

Universidad de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología



*PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE
CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA*

TRABAJO FIN DE GRADO

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

2022-2023

**Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González**

POEMA DEL VOLCÁN DE LA PALMA



*Las llaman las islas afortunadas, las llamas danzan con sus alabanzas;
Forjadas con sangre y ceniza, golpeadas por el mar y la brisa;
Gigantes dormidos, sabios custodiando su destino;
Gigantes despiertos, latidos rugiendo y fisuras al viento;
Tan antiguas como el mismísimo tiempo;
Tan jóvenes como un nuevo comienzo;
Testigas de extraños viajeros venidos del mundo entero;
Testigas de muerte y vida, tristes despedidas y alegres días;*

*Las llaman las islas afortunadas, pues por buena fortuna fueron deseadas;
Enredadas en mito y leyenda, llamadas con un grito de guerra;
Te miro, te observo en silencio, aguardando el momento;
Tu cuerpo es como un desierto de arena ardiente y pólvora caliente;
Tu piel es verde esmeralda, tan pura y tan clara;
Tu mirada es cristalina como el mar en sus apacibles días;
Tu alma es como un espejismo, reflejándome a mi mismo;*

*Con rabia y firmeza, te hablo a ti isla bonita, te hablo a ti La Palma;
Recuerdos perdidos, recuerdos borrados, todos arrebatados;
Te miro, te observo en calma, te miro con añoranza;
Ahora mi alma vacía, cubierta de cenizas y lágrimas;
Ahora mi alma desnuda, cubierta con un velo de esperanza;*

Autor/a: Kevin Javier López Melián

Hoja de identificación.

TRABAJO DE FIN DE GRADO	
TÍTULO	PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA.
LOCALIZACIÓN	La Palma, Islas Canarias, España.
EMPLAZAMIENTO	Polígono 38, parcela 13, La Juncia, Villa de Mazo, La Palma.

PETICIONARIO	
PERSONA JURÍDICA	Universidad de La Laguna: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología.
LOCALIZACIÓN	Tenerife, Islas Canarias, España.
DIRECCIÓN	Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, S/N, La Laguna, CP-38200.

AUTOR DEL PROYECTO	
NOMBRE	Kevin Javier López Melián.
DNI	54110426-M.
CORREO	alu0100723021@ull.edu.es

TUTORÍA DEL PROYECTO	
NOMBRE	José Francisco Gómez González.
CORREO	jfcgomez@ull.edu.es

Agradecimientos.

En primera instancia, quería agradecer al Dr. José Francisco Gómez González, gracias a su ayuda y total libertad que me ha brindado en la realización del presente proyecto y también por haberme acogido como mi tutor de Trabajo de Fin de Grado.

Agradecer a la Universidad de La Laguna por aportarme a lo largo de todos estos duros años, los conocimientos necesarios que han hecho posible la finalización del trabajo. Gracias a los grandes y buenos profesores que he tenido, sin su dedicación y vocación, no se lograrían los resultados obtenidos.

Mencionar a una parte fundamental en mi vida y para el proyecto, me refiero a mis padres, los mejores que un hijo pueda tener, siempre me han apoyado en todo lo posible sobre mi futuro. También agradecer a mis familiares más cercanos que han estado al tanto desde el principio.

Por supuesto, sin olvidar hacer mención a mis mejores amigos, los que conozco de toda la vida, mis camaradas y compañeros de batalla, si tuviera que ir al fin del mundo sería con ellos, siempre están cuando se les necesita, en los momentos más importantes y claro, en la trayectoria del proyecto siempre han apoyado.

Nombrar al que siempre he dicho que es para mí, el hermano que siempre quise tener y que al final, con el paso de los años se ha convertido en un pilar fundamental de mi vida. También a los grandes amigos que hice cuando lo fui a visitar, sinceramente me sentí muy arropado y todos me preguntaron como llevaba la carrera y me dieron ánimos.

Transmitir las grandes experiencias que me he llevado conmigo a lo largo de la carrera por conocer a mis compañeros de promoción, que con el paso de los años se han convertido en unos muy buenos amigos que seguramente mantendré el resto de mi vida.

Por último, pero no menos importante, mencionar a todos aquellos grandes amigos que he forjado por el camino y aún mantengo, en lo que para mí es uno de mis más acentuados pasatiempos, los videojuegos. Muchas tardes y risas he pasado junto a ellos en muy buena y agradable compañía.

Resumen.

El presente proyecto está destinado al diseño, planificación, y finalmente ejecución de una instalación eléctrica para un complejo compuesto por diversos establecimientos contruidos mediante contenedores modulares y suministrados eléctricamente por una instalación fotovoltaica.

La construcción se realizará en la isla de La Palma, afectada por la erupción del volcán de cumbre vieja y tendrá como objetivo fundamental la rápida velocidad de finalización del proyecto gracias a la utilización de contenedores modulares.

El uso del complejo será destinado para el beneficio total de las personas afectadas por la erupción del volcán de La Palma.

El complejo estará totalmente aislado de la red eléctrica y dispondrá de los grupos electrógenos y acumuladores necesarios para ser completamente autosuficiente.

Abstract.

This project is intended for the design, planning, and finally execution of an electrical installation for a complex made up of various establishments built using modular type containers and electrically supplied by a photovoltaic installation.

The construction will be carried out on the island of La Palma, affected by the great eruption of the Cumbre Vieja volcano, and its main objective will be the rapid completion of the project thanks to the use of modular containers.

The use of the complex will be intended for the total benefit of the people affected by the eruption of the La Palma volcano.

The complex will be completely isolated from the electrical network and will have the necessary generators and accumulators to be completely self-sufficient.

Abreviaturas.

- **REBT:** Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- **BT:** Baja Tensión.
- **LGA:** Línea General de Alimentación.
- **DI:** Derivación Individual.
- **CGMP:** Caja General de Mando y Protección.
- **CGP:** Caja General de Protección.
- **CPM:** Caja de Protección y Medida.
- **IGA:** Interruptor General Automático.
- **ICP:** Interruptor de Control de Potencia.
- **EM:** Equipos de Medida.
- **CTE:** Código Técnico de Edificación.
- **DB:** Documento Básico.
- **HE:** Ahorro de Energía.
- **UM:** Unidad de Medida.
- **ITC:** Instrucción Técnica Complementaria.
- **SE:** Seguridad Estructural.
- **HR:** Protección al Ruido.
- **HS:** Seguridad y Salud.
- **SI:** Seguridad contra Incendio.
- **SE:** Seguridad estructural.
- **GG:** Gastos Generales.
- **BI:** Beneficio Industrial.

Índice General

1. MEMORIA.

2. ANEXOS.

- 2.1. ANEXO DE FÓRMULAS APLICADAS.
- 2.2. ANEXO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.
- 2.3. ANEXO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
- 2.4. ANEXO DE ILUMINACIÓN.
- 2.5. ANEXO COMPLEMENTARIO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.
- 2.6. ANEXO ADICIONAL DE ILUMINACIÓN.

3. PLANOS.

4. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA BAJA TENSIÓN

6. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.

7. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna



MEMORIA

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González

Índice

1. Objeto.	3
2. Antecedentes.	3
3. Justificación.	3
4. Reglamentación.	4
4.1. Estatales.	4
4.2. Autonómicas.	5
5. Características y descripción del complejo.	6
5.1. Diseño gráfico en 3D del proyecto.	6
5.2. Ubicación del complejo.	7
5.3. Viviendas.	8
5.4. Centralita.	8
5.5. Restaurante.	9
5.6. Lavandería de autoservicio.	9
5.7. Centro de psicología.	9
5.8. Aparcamientos.	10
6. Equipos.	10
6.1. Viviendas.	10
6.2. Restaurante.	11
6.3. Lavandería de autoservicio.	12
6.4. Centralita.	12
7. Instalaciones eléctricas para Baja Tensión (BT).	12
7.1. Previsión de cargas.	13
7.1.1. Viviendas.	13
7.1.2. Centralita.	13
7.1.3. Restaurante.	14
7.1.4. Lavandería de autoservicio.	14
7.1.5. Centro de psicología.	15
7.2. Acometida.	15
7.3. Instalaciones de enlace.	16
7.3.1. Caja General de Protección (CGP).	16
7.3.2. Caja de Protección y Medida (CPM).	16
7.3.3. Equipos de Medida (EM).	17
7.3.4. Línea General de Alimentación (LGA).	18
7.3.5. Derivación Individual (DI).	19
7.3.6. Interruptor de Control de Potencia (ICP).	21
7.3.7. Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).	21
7.4. Instalaciones interiores.	22
7.4.1. Circuitos interiores.	22
7.4.2. Cableado y canalizaciones.	24
7.4.3. Caídas de tensión.	25
7.4.4. Protecciones.	27



7.5. Puesta a tierra.	29
7.5.1. Sistemas de puesta a tierra.	29
7.6. Iluminación.	30
7.6.1. Alumbrado de interior.	30
7.6.2. Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI).	32
7.6.3. Alumbrado de emergencia.	33
8. Programas de diseño y cálculo.	34
9. Presupuesto total.	35



1. Objeto.

En el presente documento se proyectan las instalaciones eléctricas y fotovoltaicas en los límites de baja tensión (BT) para suministrar energía eléctrica a todo un complejo con capacidad para un restaurante, lavandería, centro psicológico, aparcamientos y viviendas.

Se pretende construir un emplazamiento de un conjunto de viviendas formadas por contenedores modulares para las familias afectadas por la zona catastrófica de erupción volcánica en la Palma. Conste que este proyecto se puede trasladar a cualquier ámbito del que difiere actualmente, puesto que el objetivo principal es poder ayudar a personas desprovistas de su vivienda habitual.

Todas las instalaciones se implementaran con un diseño de eficiencia energética en torno a la orientación de los paneles solares. El complejo gozará con una independencia energética gracias a los paneles fotovoltaicos por lo que estará totalmente aislada de la red de suministro eléctrico.

No es objeto de este proyecto, lo relacionado a las obras o instalaciones del alumbrado exterior del emplazamiento, la preparación del terreno ni el montaje de estructuras, así como las instalaciones telefónicas, de suministro de agua y saneamiento.

2. Antecedentes.

La parcela seleccionada para construir el emplazamiento del proyecto es un terreno rústico. Previamente no se ha construido ninguna edificación en el lugar designado.

En las proximidades se encuentra ubicada una autovía que da acceso principal al emplazamiento pero será necesario instalar accesos a los aparcamientos. Se edificará el conjunto de viviendas modulares junto con la disposición de los inmuebles de todo el complejo, así como los distintos electrodomésticos necesarios para la habitabilidad.

Las instalaciones de enlace e interiores o receptoras del complejo, serán seleccionadas considerando los requerimientos exigidos por las legislaciones vigentes y determinadas distinciones, como la instalación de luminarias, tanto las aplicadas para el alumbrado interior como de emergencia.

3. Justificación.

La elaboración del presente proyecto pretende poner de manifiesto los conocimientos adquiridos en el Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, que serán de aplicación en el mismo.

Se ha elegido un diseño de contenedores modulares por la velocidad de ejecución y construcción. Se pretende, una vez analizada la naturaleza y los servicios que presentan los establecimientos seleccionados, realizar las instalaciones eléctricas y fotovoltaicas en la categoría de BT para un conjunto de viviendas en contenedores modulares para la zona afectada por el volcánica de la Palma.



4. Reglamentación.

4.1. Estatales.

- Real Decreto 1453/1987, de 27 de noviembre, por el cual es aprobado el Reglamento regulador de los servicios de limpieza, conservación y teñido de productos textiles, de cueros, pieles y sintéticos.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, donde se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, donde se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1277/2003, de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, es aprobado el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, es aprobado el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 106/2018, de 9 de marzo, por el que se regula el Plan Estatal de Vivienda 2018-2021.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, donde se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.



- Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Real Decreto 184/2022, de 8 de marzo, por el que se regula la actividad de prestación de servicios de recarga energética de vehículos eléctricos.
- Ley 40/2002, de 14 de noviembre, regula el contrato de aparcamiento de vehículos.
- Ley 17/2011, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición.
- Norma UNE 72112: Tareas Visuales. Clasificación.
- Norma UNE 72163: Niveles de iluminación. Asignación de Tareas.
- Norma UNE-EN 60617: Símbolos gráficos para esquemas.
- Norma UNE 21144-3-2: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
- Norma UNE 12464.1: Norma Europea sobre iluminación para interiores.
- Normas UNE declaradas de obligado cumplimiento.

4.2. Autonómicas.

- Orden de 13 de octubre de 2004, por la que se aprueban las normas particulares para las instalaciones de enlace de la empresa Endesa Distribución Eléctrica, S.L., en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Orden de 13 de julio de 2007, por la que se modifica el anexo IX "Guía de contenidos mínimos en los proyectos de instalaciones receptoras de B.T.", del Decreto 161/2006, de 8 de noviembre, que regula la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Orden de 19 de mayo de 2010, donde son aprobadas las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de la Cruz, S.A.U. en el amplio territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.



5. Características y descripción del complejo.

El complejo está conformado por un conjunto de varios establecimientos disponibles, entre los que se encuentran los 2 bloques de viviendas, un restaurante, una lavandería comunitaria, un centro psicológico que consta de 2 consultas, una centralita donde se alojan en su totalidad los aparatos eléctricos del recinto y aparcamientos colindantes a los establecimientos nombrados anteriormente.

Se trata de un recinto considerablemente amplio con una extensión de terreno de 71x58 metros, además de lo mencionado con anterioridad, entre los bloques de viviendas modulares se ubica un patio exterior con jardines en el centro, quedando justo en frente del restaurante. En la parte trasera del complejo se hallan los aparcamientos dispuestos a cada lado del recinto, para una mejor orientación (véase el Documento de Planos).

Como dato de interés, este proyecto puede ser destinado a otro tipo de fin y cometido, como por ejemplo, al propósito de ayudar a personas desfavorecidas que posean pocos recursos, como células de habitabilidad cedidas por el gobierno, también para territorios extranjeros, o bien, como polígono habitable para empleados u otro destino, siempre y cuando se cumplan y respeten la totalidad de las condiciones exigidas y requeridas de funcionamiento, establecidas en el proyecto.

5.1. Diseño gráfico en 3D del proyecto.

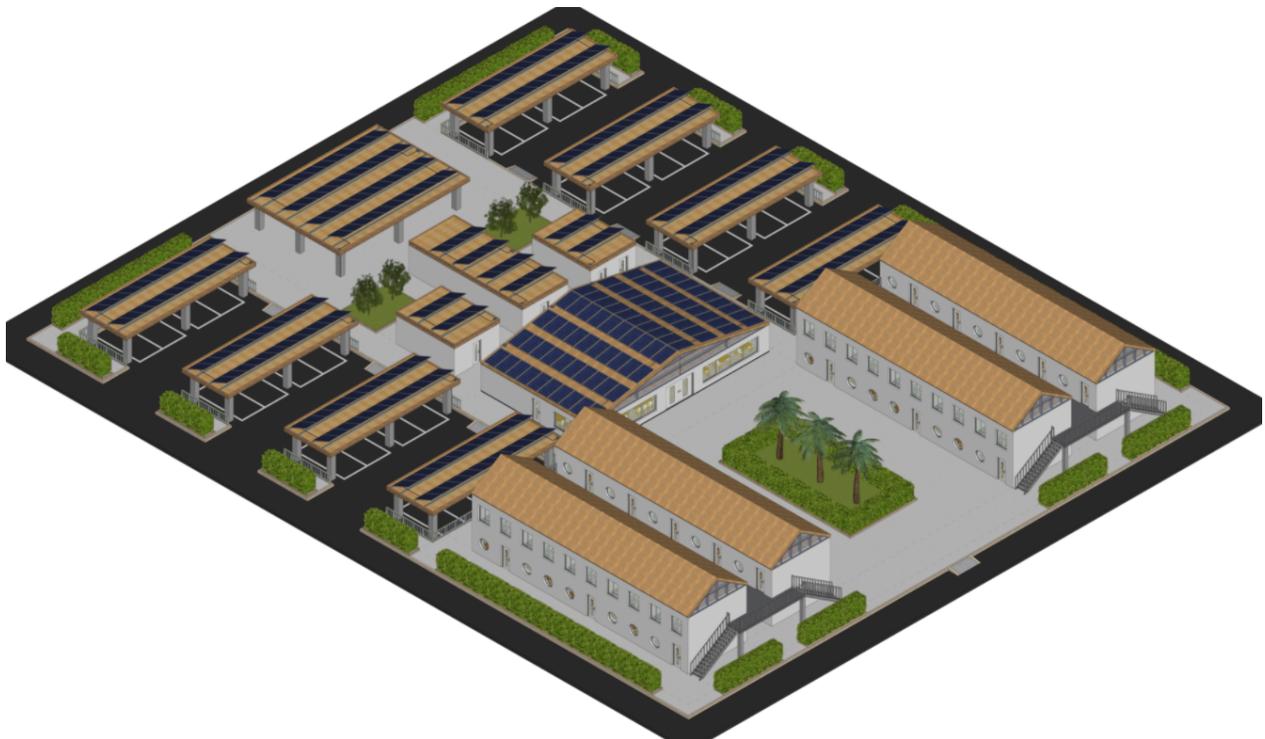


Figura 1: Representación de diseño del complejo.



5.2. Ubicación del complejo.

- **Registro:** Santa Cruz de La Palma.
- **Superficie gráfica:** 33.878 m².
- **Emplazamiento:** 4.118 m².
- **Localización:** Polígono 38, parcela 13, La Juncia, Villa de Mazo, La Palma.
- **Accesibilidad:** Mediante las carreteras LP-206/LP-2.
- **Referencia catastral:** 38053A038000130000YL.

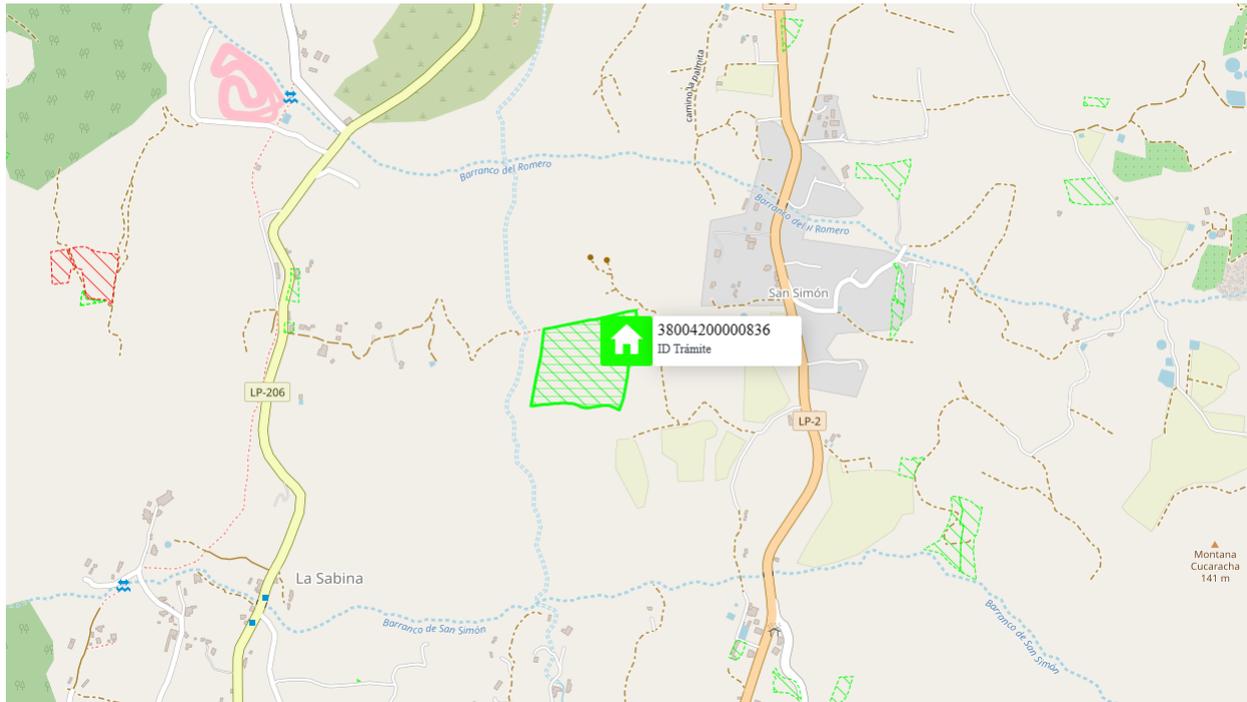


Figura 2: Mapa de la localización del emplazamiento.

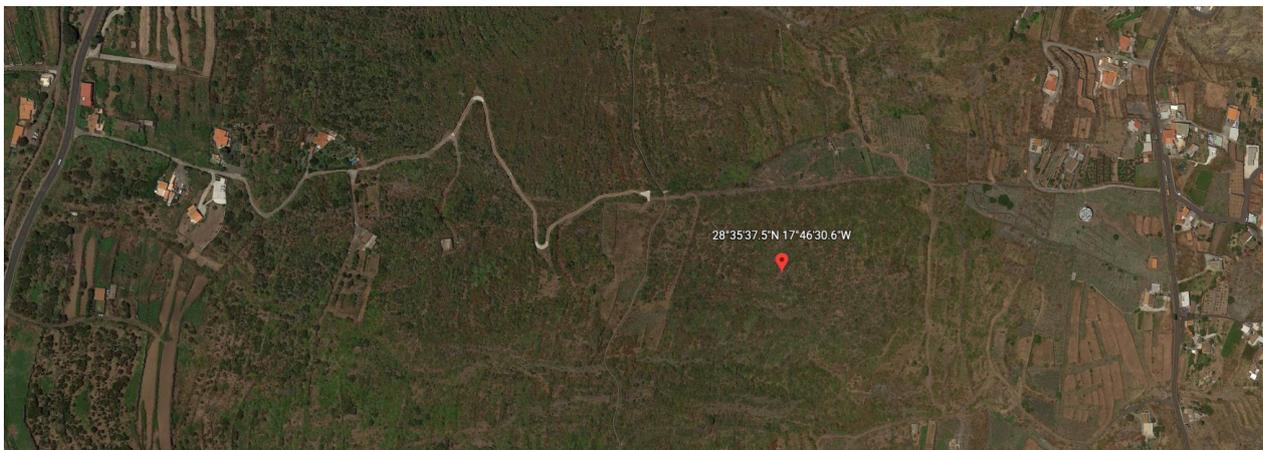


Figura 3: Mapa geográfico del emplazamiento.



5.3. Viviendas.

Las viviendas construidas mediante contenedores modulares son dispuestas en una separación de 2 bloques de viviendas, se componen de 2 tipos de viviendas, entre las que se encuentran el tipo A que hace referencia a un recinto mayor, cuya superficie se indica en la Tabla 1. En cambio, las viviendas de tipo B poseen un recinto menor, cuya superficie se indica en la Tabla 2.

Tabla 1: Usos y superficies de las zonas del edificio.

Vivienda A	
Habitáculo	Superficie útil [m^2]
Comedor	33,3
Baño	3,4
Dormitorio (x2)	4,8
Total	46,3

Tabla 2: Usos y superficies de las zonas del edificio.

Vivienda B	
Habitáculo	Superficie útil [m^2]
Estudio	19,8
Baño	3,4
Total	23,2

5.4. Centralita.

Ubicación donde se hallan todos los dispositivos y aparatos electrotécnicos, como los inversores, encargados de transformar la corriente eléctrica continua procedente de los paneles fotovoltaicos en corriente alterna senoidal, destinada al consumo de locales en su totalidad. También se encuentran reguladores de tensión, baterías o acumuladores y 2 centralizaciones de contadores, una para cada bloque de viviendas.

Al igual que los casos anteriores, serán instalados paneles solares en la cubierta del edificio (véase el Documento de Planos), la superficie del local se indica en la Tabla 3.

Tabla 3: Usos y superficies de las zonas del edificio.

Centralita	
Habitáculo	Superficie útil [m^2]
Total	50,1



5.5. Restaurante.

Se dispondrá de un restaurante con un gran comedor que incluye cocinas y una zona de cafetería, además de vitrinas de dulces y de alimentos tanto recalentados como fríos. El edificio se compone únicamente de una planta y será capaz de abastecer a todos los habitantes del complejo.

Por último, mencionar el exterior del establecimiento, concretamente el tejado, donde se ubican parte de los paneles solares del recinto (véase el Documento de Planos), la superficie del local se indica en la Tabla 4.

Tabla 4: Usos y superficies de las zonas del edificio.

Restaurante	
Habitáculo	Superficie útil [m^2]
Comedor	165,7
Baño (x2)	5,9
Cocina	25
Total	202,5

5.6. Lavandería de autoservicio.

Es una lavandería de autoservicio para los habitantes de las viviendas, la componen un conjunto de 12 lavadoras y 12 secadoras con una capacidad de 10 Kg cada una y un total de 120 Kg, abarcando así todos los residentes del complejo. Se encuentran paneles solares en la parte superior del edificio (véase el Documento de Planos), la superficie del local se indica en la Tabla 5.

Tabla 5: Usos y superficies de las zonas del edificio.

Lavandería de autoservicio	
Habitáculo	Superficie útil [m^2]
Total	24,4

5.7. Centro de psicología.

El centro psicológico esta formado por 2 consultas con capacidad suficiente como para tratar a un único o varios pacientes. Nuevamente el tejado del edificio será aprovechado para la colocación de paneles solares (véase el Documento de Planos), la superficie del recinto se indica en la Tabla 6.

Tabla 6: Usos y superficies de las zonas del edificio.

Centro de psicología	
Habitáculo	Superficie útil [m^2]
Consulta (x2)	11,3
Total	22,6



5.8. Aparcamientos.

Existen 2 concentraciones de aparcamientos en el complejo, compuestas por 16 plazas de vehículos cada una, haciendo un total de 32 plazas. Como es lógico para aprovechar espacio, se han impuesto paneles solares en las superficies de las cubiertas que protegen a los automóviles (véase el Documento de Planos), la superficie es indicada en la Tabla 7.

Tabla 7: Usos y superficies de las zonas del edificio.

Aparcamientos	
Habitáculo	Superficie útil [m^2]
Parking (x2)	532
Total	1.064

6. Equipos.

En el presente capítulo se hará hincapié en los equipos y electrodomésticos que hacen referencia a los distintos instrumentos proyectados para el complejo en su totalidad. Para la selección de la maquinaria se ha realizado un estudio del tipo de actividad y consumo, examinando los equipos que necesiten menos suministro de energía pero sin descuidar las prestaciones.

De acuerdo con el estudio realizado, se destacan los siguientes equipos seleccionados, considerados de gran reputación en establecimientos de esta índole:

6.1. Viviendas.

- iQ500, Extractor Siemens, modelo LC98BIP50. Campana de pared, 90 cm, que atrae por su gran poder de extracción y su espectacular diseño de acero inoxidable.
- iQ500, Frigorífico Siemens, modelo KG39NAIAT. Frigorífico de libre instalación de acero inoxidable antihuellas, 203 x 60 cm, combi noFrost con un gran sistema de conservación hyperFresh. Mantiene carnes y pescados frescos durante más tiempo.
- iQ300, Placa de inducción Siemens, modelo EH631BDB1E. Placa con innovadoras funciones, 60 cm, que permiten una gran flexibilidad en la cocina.
- iQ300, Microondas integrable Siemens, modelo BE623LMB3. Microondas integrable de grandes prestaciones, 60 x 38 cm, para descongelar, recalentar o preparar platos en el menor tiempo posible.
- Velis Wifi, Termo eléctrico Ariston 100 L, modelo 3626329. Alta eficiencia junto con conectividad en el mínimo espacio, se puede instalar horizontal o vertical para que pueda adaptarse a cualquier espacio.



6.2. Restaurante.

- Lorenzo 600, Cocina y Horno eléctrico, modelo EHB669C+EB4U. Cocina eléctrica, 4 placas redondas (8 kW) más horno eléctrico de circulación de aire (2 kW), posee elementos calefactores y electrónica fabricados en Alemania, horno con guías de chapa y dispositivo antivuelco en 3 niveles.
- Lorenzo 600, Freidora eléctrica, modelo EFB669M. Freidora eléctrica de calidad con capacidad de 10 litros (6 kW), incluye chimenea con protección contra salpicaduras y drenaje de aceite frontal con válvula de seguridad.
- Lorenzo 600, Cuecepasta eléctrico, modelo ENB669P. Cuecepasta eléctrico con una capacidad para 25 litros (8,25 kW), sistema de protección de desbordamiento, piso perforado asegura la circulación del agua y protección contra salpicaduras.
- Lorenzo 600, Plancha eléctrica, modelo EGB669PGG. Plancha eléctrica mixta lisa y estriada (8 kW), parrilla equipada con acumulador de grasa, área de la parrilla con canal colector y abertura de drenaje.
- EVC Series, Refrigerador, modelo KSF1400GT2. Refrigerador, 141 x 81 cm, con una capacidad de 1400 litros, 2 puertas de cristal, debido al aislamiento de alta calidad y a un motor de refrigeración extremadamente potente, es posible ahorrar costes.
- Hoods, Campana con motor, modelo WHIE207M. Extractor de pared, 2 m ancho, regulador con 4 filtros y lámpara.
- 1303180, Lavavajillas Samic, modelo AX-50. Cesta de 500 x 500 mm y altura útil de 380 mm, puerta con doble pared, micro de seguridad y junta de gran calidad, panel de mandos electrónico con protección antihumedad IP65.
- 5120045, Horno microondas Samic, modelo MO-1834. Microondas programable de uso intensivo de gran capacidad equipado con 2 magnetrones, interior y exterior de acero inoxidable y base cerámica fija que confiere mayor capacidad al horno.
- CV, Cafetera de espresso compacta, modelo KMCF2. Máquina de 2 grupos, sistema de preparación mecánica para la pre-infusión suave y gentil, grupos de preparación elevados para vasos más grandes de hasta 14 cm de altura.
- Vitrina de conservación del calor, modelo WVNR646E. Vitrina de conservación del calor con 1 repisa de 0,62 m y acero inoxidable, 2 estanterías y una modulación de temperatura entre 30 °C hasta 90 °C.
- Vitrina refrigerada, modelo AGS203LND. Vitrina refrigerada Premium de tamaño 200 x 34 cm para 10 contenedores 1/4 GN, volumen utilizable de 45 litros y de funcionamiento 67,96 dB.
- Expositor refrigerado, modelo KUTKSE138. Vitrina para dulces con refrigeración de tamaño 130 x 80 cm, máximo ahorro energético gracias al aislamiento.



6.3. Lavandería de autoservicio.

- Primer, Lavadora industrial autoservicio, modelo LP-10. Lavadora profesional de una alta velocidad con monedero para autoservicio con capacidad para 10 Kg, de alto centrifugado sin necesidad de anclaje al suelo.
- Primer, Secadora industrial autoservicio, modelo DP-10. Secadora profesional con un sistema de calefacción eléctrica, capacidad de 10 Kg, paneles en skinplate gris y tambor de acero galvanizado e incluye la caja de monedas y el kit monedero.

6.4. Centralita.

- Growatt, Inversor Trifásico, modelo MOD 12KTL3-X. Inversor Trifásico de conexión a red perfecto para instalaciones fotovoltaicas de tamaño reducido ya que gracias a su diseño compacto, silencioso y de sencilla instalación es de las mejores opciones dentro del sector.
- Voltronic Power, Acumulador de litio, modelo LIO II-4810. Módulo de baterías de iones de litio especialmente diseñado para sistemas de almacenamiento de energía de 48V, los módulos pueden estar formados por una única batería o 4 unidades.
- Titan, Módulo Perc monocristalino, modelo RSM130-8-450M. Panel monocristalino Perc Titan de 130 celdas con marco de aleación de aluminio y rango de potencia de salida 430-450 W.
- CAT, Grupo electrógeno, modelo DE150 GC (50 Hz). Generador de diésel de 150 kVA, velocidad de 1.500 rpm y una tensión asignada de 380-415 V.

7. Instalaciones eléctricas para Baja Tensión (BT).

De acuerdo con la naturaleza y la situación del establecimiento, el suministro eléctrico será destinado para varios recintos. Un conjunto de viviendas modulares, un restaurante, una lavandería, un centro psicológico con 2 inmuebles y una centralita donde se alojan los inversores, los reguladores, las baterías y 2 centralizaciones de 16 contadores cada una, sumando un total de 32 contadores pertenecientes a las viviendas.

Se pretende satisfacer las necesidades pertinentes de habitabilidad del complejo, y se basa en utilizar la energía eléctrica obtenida de las células fotovoltaicas, para alimentar tanto los equipos que se emplearán en el interior de los inmuebles así como el propio funcionamiento eléctrico de los mismos.

A continuación, se realizará una previsión de cargas para los suministros en BT dotada en los distintos establecimientos del complejo, un estudio de previsión de potencia para el suministro de paneles solares y una descripción de la instalación eléctrica con el objeto de evaluar las dotaciones de la actividad a desarrollar.



7.1. Previsión de cargas.

La potencia total prevista de un establecimiento se corresponde con la potencia que no podrá ser nunca inferior a valores estandarizados por normativas específicas, conforme a lo estipulado en la ITC-BT-10 para la cuál se deberá dimensionar la acometida y los tipos de instalaciones de enlace (CGP, LGA, CC, DI e IGA).

7.1.1. Viviendas.

La carga correspondiente a un conjunto de viviendas, se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad correspondiente, según el número de viviendas. Tal y como se establece en la ITC-BT-10 del REBT, dado que cada bloque de viviendas se caracteriza por tener 16 módulos unifamiliares, se considera 12,5 como coeficiente de simultaneidad.

- Carga prevista normalizada:

$$\text{Vivienda básica} \rightarrow P \geq 5.750 \text{ W} \quad \text{Vivienda elevada} \rightarrow P \geq 9.200 \text{ W}$$

Atendiendo a la naturaleza de la actividad, se especificará la potencia prevista de los circuitos pertinentes a los correspondientes emplazamientos y locales de la instalación, (véase el Documento de Anexos).

- Carga prevista calculada:

$$\text{Vivienda A} \rightarrow P = 8,78 \text{ kW} \quad \text{Vivienda B} \rightarrow P = 7,62 \text{ kW}$$

Para la carga correspondiente a los servicios generales, será la suma de la potencia prevista en ascensores, aparatos elevadores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes y en todo el servicio eléctrico general del edificio aplicando 1 como coeficiente de simultaneidad. En este proyecto, las viviendas contarán como individuales, dado que los servicios generales serán nulos.

En el proyecto, el alumbrado exterior de los edificios se otorgará por farolas con placas solares incorporadas y serán suficientes para iluminar el exterior de éstos. Recordemos que el proyecto no tomará parte de la iluminación de exteriores.

7.1.2. Centralita.

La centralita, donde va alojada toda la instrumentación fotovoltaica y de contadores de viviendas, tal y como se establece en la ITC-BT-10 del REBT, se considera un mínimo de 100 W/m^2 , para una potencia de 3.450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1:

- Carga prevista normalizada:

$$P = 100 \text{ W/m}^2 \cdot 50,1 \text{ m}^2 = 5,1 \text{ kW}$$

Atendiendo a la naturaleza de la actividad, se especificará la potencia prevista de los circuitos pertinentes a los correspondientes emplazamientos y locales de la instalación, (véase el Documento de Anexos).

- Carga prevista calculada:

$$P = 758 \text{ W}$$



7.1.3. Restaurante.

De acuerdo con las dimensiones que presenta el local destinado al sector alimentario, se puede resolver la siguiente expresión, teniendo en cuenta que, para establecimientos comerciales, tal y como se establece en la ITC-BT-10 del REBT, se considera un mínimo de 100 W/m^2 , para una potencia de 3.450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1:

- Carga prevista normalizada:

$$P = 100 \text{ W/m}^2 \cdot 212,5 \text{ m}^2 = 21,25 \text{ kW}$$

Atendiendo a la naturaleza de la actividad, se especificará la potencia prevista de los circuitos pertinentes a los correspondientes emplazamientos y locales de la instalación, (véase el Documento de Anexos).

Comparando los cálculos de potencia prevista anteriormente, se selecciona la mayor, puesto que se corresponde al valor mínimo a prever para la instalación eléctrica. En el caso del presente proyecto, se selecciona el siguiente valor.

- Carga prevista calculada:

$$P = 34,27 \text{ kW}$$

7.1.4. Lavandería de autoservicio.

En esta ocasión, se presenta el local destinado al sector de lavado como autoservicio, para establecimientos comerciales, tal y como se establece en la ITC-BT-10 del REBT, se considera un mínimo de 100 W/m^2 , para una potencia de 3.450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1:

- Carga prevista normalizada:

$$P = 100 \text{ W/m}^2 \cdot 24,4 \text{ m}^2 = 2,44 \text{ kW}$$

Atendiendo a la naturaleza de la actividad, se especificará la potencia prevista de los circuitos pertinentes a los correspondientes emplazamientos y locales de la instalación, (véase el Documento de Anexos).

Comparando los cálculos de potencia prevista anteriormente, se selecciona la mayor, como ya mencionamos anteriormente.

- Carga prevista calculada:

$$P = 52,2 \text{ kW}$$



7.1.5. Centro de psicología.

Ahora será definido el centro con 2 consultas de psicología, para establecimientos de oficinas, tal y como se establece en la ITC-BT-10 del REBT, se considera un mínimo de 100 W/m^2 , para una potencia de 3.450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1:

- Carga prevista normalizada:

$$P = 100 \text{ W/m}^2 \cdot 22,6 \text{ m}^2 = 2,26 \text{ kW}$$

Atendiendo a la naturaleza de la actividad, se especificará la potencia prevista de los circuitos pertinentes a los correspondientes emplazamientos y locales de la instalación, (véase el Documento de Anexos).

Para este caso, seleccionamos la menor, por el simple motivo de que es una simple oficina de consulta de psicología y no se alcanzará la potencia prevista anterior. En cuanto al presente proyecto, se selecciona el siguiente valor.

- Carga prevista calculada:

$$P = 834 \text{ W}$$

7.2. Acometida.

Comprende la instalación de la red de distribución que alimenta el embarrado, el cual suministra energía a las derivaciones individuales. La acometida eléctrica no forma parte de las instalaciones de enlace, por lo que su explotación es responsabilidad de la empresa suministradora una vez puesta en servicio.

Para el proyecto, no habrá instalada ninguna acometida debido a que la función de la misma la ejerce la potencia suministrada por los módulos fotovoltaicos y como se ha mencionado previamente, el complejo está totalmente aislada de la red de distribución.

Las características de cables y conductores vienen indicadas en el apartado 1.4 de la ITC-BT-11, abarcando, para el caso del presente proyecto, lo recogido en la ITC-BT-07 para las acometidas subterráneas.

Los cables utilizados en la acometida subterránea serán de aluminio, aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos y podrán ser de uno o más conductores, de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV y de sección no inferior a 6 mm^2 . Se utilizará la gama de conductores de polietileno reticulado XLPE con $90 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura máxima en el conductor, cuyas corrientes máximas admisibles figuran en la ITC-BT-07.



7.3. Instalaciones de enlace.

7.3.1. Caja General de Protección (CGP).

En la CGP se alojan los elementos de protección de la LGA y señala el principio de la propiedad de las instalaciones del destinatario a la que van dirigidas.

Los establecimientos del complejo serán provistos, de caja de protección y medida (CPM) o caja general de protección (CGP), según el caso, localizadas de manera próxima a la entrada de los edificios. Se aplicarán las disposiciones mostradas en la ITC-BT-13.

Estará completamente aislada de la red de distribución eléctrica debido a que todo el suministro lo aportarán completamente los paneles fotovoltaicos, se protegerá de otras instalaciones, tales como telefónica, agua, gas, etc. Se instalará preferentemente sobre la fachada exterior del establecimiento, en lugares de libre y permanente acceso.

En el caso de las viviendas unifamiliares de contenedores modulares colindantes a los locales, al ir destinadas a varios usuarios que habitan en el complejo, se instalará una CGP, quedando el equipo de medida separado del elemento mencionado anteriormente y situándolo en la centralita junto con una centralización de contadores para la (LGA).

Sabiendo que la acometida eléctrica es de tipo subterránea, se dejarán previstos los orificios necesarios para la entrada y salida de conductores y así alojar la entrada de la acometida subterránea a la salida de los inversores localizados en la centralita.

El esquema de la CGP a utilizar estará en función de las necesidades del suministro solicitado, del tipo de red de alimentación y lo determinará la empresa suministradora. En el caso de alimentación subterránea, las cajas generales de protección podrán tener prevista la entrada y salida de la línea de distribución.

Las cajas generales de protección cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439-1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439-3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK08 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

7.3.2. Caja de Protección y Medida (CPM).

Para el caso de suministros para un único usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar conforme a los esquemas 2.1 y 2.2.1 de la Instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida.

Las CPM a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro.

En el caso de los establecimientos de lavandería, restaurante y área de psicología, al tratarse de un suministro de energía eléctrica para una única unidad, se instalará una CPM, quedando almacenadas la CGP y el equipo de medida en el mismo elemento.



La estructura para la CPM, ubicada en una peana prefabricada de hormigón armado, fijada con tornillos y tacos de anclaje con el objetivo de otorgar el grado de protección IP43 previsto según la norma UNE 20.324 e IK09 según la norma UNE-EN 50.102. Se cumplirá con todo lo relacionado al particular indicado en la Norma UNE-EN 60.439-1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60.439-3. Se dispondrá de un juego de pernos metálicos de anclaje para la sujeción y serán precintables.

En el interior de la CPM se instalarán bases de cortacircuitos para fusibles en todos los conductores de fase para la protección de la derivación individual mediante pletina, con poder de corte, igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. Formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, presenta también una mirilla transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas.

El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la CPM en posición de servicio, y dispondrá de un borne de conexión para su puesta a tierra.

La CPM se cerrará con una puerta, priorizando ser metálica, con grado de protección IK10 según la norma UNE-EN 50.102 siendo revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno, protegida contra la corrosión y que dispondrá de un candado normalizado por la empresa suministradora.

7.3.3. Equipos de Medida (EM).

Será de aplicación lo indicado en la ITC-BT-16 y deberán permitir de forma clara la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta y deterioro del tiempo.

La centralización de contadores se destinará para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

Si el número de contadores a centralizar es igual o inferior a 16, además de poderse instalar en un local, la concentración podrá ubicarse en un armario destinado de forma única y exclusivamente a este fin. En el presente proyecto este armario se situará en el local llamado centralita.

El equipo de medida no estará próximo a tomas de agua, gas, aparatos de calefacción, ventilación, escaleras, entre otros. Deberá tener una separación mínima de 30 cm entre las envolventes, además de 1,10 m como espacio libre frontal mínimo, para posibilitar la lectura del contador.

El fusible de seguridad para la derivación individual, asociado al equipo de medida, será instalado antes del contador y se colocará en cada uno de los hilos de fase que van al mismo, para así poder protegerlo contra sobreintensidades.



Alojará una unidad funcional de medida, mando y comprobación, permitiendo así la instalación y situación de contadores y maxímetros normalizados. Comprende el juego de bornes necesarios para la conexión del aparato de medida al circuito secundario del transformador de medida y permitiendo la sustitución de los contadores sin interrupción del servicio.

Dispone también de una envolvente de transformador de intensidad, que serán de tipo encapsulable, fácilmente intercambiable, y de fusibles, diseñado para la fácil instalación y sustitución de los mismos. La unidad normalizada por Unelco Endesa será la siguiente:

- Regleta de Verificación para suministros en B.T. de Medida Indirecta compuestas de 10 elementos (Intensidad = 6, Tensión = 4), que se designarán por las siguientes siglas: (R, RR, S, SS, T, TT, 1,2,3,N).

7.3.4. Línea General de Alimentación (LGA).

El trazado de la LGA será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común. Cuando se instalen en el interior de tubos, su diámetro se dimensionará en función de la sección del cable. Las características dadas de otro tipo de canalizaciones permitirán la ampliación de la sección de los conductores.

La aplicación que se ejecutará en el proyecto es de una centralización de contadores para cada módulo del bloque de viviendas modulares, se expresa en 2 centralizaciones de 16 contadores cada una, sumando un total de 32 contadores, ubicados en la centralita, el resto de establecimientos ya mencionados con anterioridad, dispondrán de CPM por lo que el suministro de energía eléctrica se realiza para un único usuario.

Para el proyecto, sólo se emplearán 3 LGA, las cuales no podrán superar los 150 kW de potencia máxima y serán destinadas para los 2 grupos electrógenos, que se encargarán de suplir la falta de energía aportada por los módulos fotovoltaicos, para que inyecten directamente en el embarrado general la alimentación necesaria que falte y una 3 que proviene de los 16 inversores. Para más información (véase el Documento de Anexos).

Tabla 8: Resumen de la línea general de alimentación.

LGA	
Potencia [W]	150.000
Tensión [V]	400
Material	Cobre
Instalación	Subterránea
Aislamiento	XLPE
Sección [mm^2]	120
∅Tubo [mm]	160
Línea	ES07Z1-K (AS) 5G120
Longitud [m]	10
Dispositivo protección	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 250 A. 120 kA



7.3.5. Derivación Individual (DI).

Las derivaciones individuales parten de la línea general de alimentación, encargadas de suministrar energía eléctrica a una instalación de abonado. Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios, tal como se especifica en este proyecto.

El tubo protector tendrá una sección nominal que permita ampliar la dimensión de los conductores instalados. La instalación constará de un conductor neutro, fases, además de conductor de protección, unipolares, con tensión asignada de 450/750 V, siguiendo el código de colores que se indica en la ITC-BT-19.

En la siguiente tabla, se muestran los detalles que definen la derivación individual de la instalación eléctrica de todos los establecimientos (véase el Documento de Anexos).

Tabla 9: Resumen de la derivación individual.

Vivienda A	
Potencia [W]	8.780,4
Tensión [V]	230
Material	Cobre
Instalación	Superficial
Aislamiento	XLPE
Sección [mm^2]	35
∅Tubo [mm]	40
Cable	ES07Z1-K (AS) 3G35
Longitud [m]	48
Dispositivo protección	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 63 A. 120 kA

Tabla 10: Resumen de la derivación individual.

Vivienda B	
Potencia [W]	7.616,6
Tensión [V]	230
Material	Cobre
Instalación	Superficial
Aislamiento	XLPE
Sección [mm^2]	35
∅Tubo [mm]	40
Cable	ES07Z1-K (AS) 3G35
Longitud [m]	55
Dispositivo protección	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 40 A. 120 kA



Tabla 11: Resumen de la derivación individual.

Centralita	
Potencia [W]	757,5
Tensión [V]	230
Material	Cobre
Instalación	Superficial
Aislamiento	XLPE
Sección [mm^2]	6
∅Tubo [mm]	25
Cable	ES07Z1-K (AS) 3G6
Longitud [m]	5
Dispositivo protección	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 40 A. 120 kA

Tabla 12: Resumen de la derivación individual.

Restaurante	
Potencia [W]	34.266,1
Tensión [V]	400
Material	Cobre
Instalación	Superficial
Aislamiento	XLPE
Sección [mm^2]	16
∅Tubo [mm]	40
Cable	ES07Z1-K (AS) 5G16
Longitud [m]	9
Dispositivo protección	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 63 A. 120 kA

Tabla 13: Resumen de la derivación individual.

Lavandería de autoservicio	
Potencia [W]	52.198,5
Tensión [V]	400
Material	Cobre
Instalación	Superficial
Aislamiento	XLPE
Sección [mm^2]	35
∅Tubo [mm]	50
Cable	ES07Z1-K (AS) 5G35
Longitud [m]	7
Dispositivo protección	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 100 A. 120 kA



Tabla 14: Resumen de la derivación individual.

Centro de psicología	
Potencia [W]	834
Tensión [V]	230
Material	Cobre
Instalación	Superficial
Aislamiento	XLPE
Sección [mm^2]	6
∅Tubo [mm]	25
Cable	ES07Z1-K (AS) 3G6
Longitud [m]	7
Dispositivo protección	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 40 A. 120 kA

7.3.6. Interruptor de Control de Potencia (ICP).

Se instalará el interruptor de control de potencia según lo dispuesto en la ITC-BT-17 para preservar en buenas condiciones la instalación eléctrica. El suministro eléctrico se interrumpirá cuando el local supere la potencia contratada, previniendo así un posible sobrecalentamiento de la instalación y producción de cortocircuitos e incluso incendios.

En el caso del presente proyecto, no es necesaria la instalación de un ICP en el cuadro general, dado que va totalmente incorporado en los propios contadores, debido a que los más modernos los traen ya instalados, y serán suministrados por la propia compañía.

7.3.7. Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).

El DGMP estará colocado cerca del punto de entrada de la derivación individual en dicho local, donde parten los circuitos interiores del abonado. En el documento de los Planos del presente proyecto quedan ubicados los dispositivos de mando y protección. La instalación consta de los siguientes dispositivos:

- Interruptores automáticos de corte omnipolar, de poder de corte mínimo 4,5 kA.
- Interruptores diferenciales instantáneos. En caso de instalarse varios interruptores diferenciales en serie, existirá selectividad entre ellos.
- Dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, de corte unipolar para cada circuito.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones (será de aplicación la ITC-BT-23).

La instalación se realizará según la ITC-BT-17 y las especificaciones pertinentes de la empresa suministradora. La altura de colocación de los diferentes dispositivos de mando y protección será entre 1,40 m y 2 m para viviendas y como mínimo 1 m para locales de pública concurrencia.



7.4. Instalaciones interiores.

En general se tendrá en cuenta lo dispuesto desde la ITC-BT-19 hasta la ITC-BT-24. Sólo para el caso particular de instalaciones interiores o receptoras en locales de pública concurrencia, como el restaurante, local que forma parte del complejo de este proyecto, es de aplicación la ITC-BT-28.

7.4.1. Circuitos interiores.

Tabla 15: Relación de circuitos del cuadro general 1.

CGMP 1	Vivienda A	
Circuito	Denominación	Uds
C1.1	Iluminación	14
C2.1	Uso general/Frigorífico	12
C3.1	Cocina/Horno	1
C4.1	Termo eléctrico	1
C5.1	Baño/Auxiliar cocina	4

Tabla 16: Relación de circuitos del cuadro general 2.

CGMP 2	Vivienda B	
Circuito	Denominación	Uds
C1.2	Iluminación	6
C2.2	Uso general/Frigorífico	6
C3.2	Cocina/Horno	1
C4.2	Termo eléctrico	1
C5.2	Baño/Auxiliar cocina	4

Que conste, los cuadros generales de mando y protección 1 y 2 que pertenecen a las viviendas son varios, por lo que en las tablas se ve representado sólo 1 CGMP.

- **Vivienda A:** Cantidad de CGMP 1 = 8.
- **Vivienda B:** Cantidad de CGMP 2 = 24.

Tabla 17: Relación de circuitos del cuadro general 3.

CGMP 3	Centralita	
Circuito	Denominación	Uds
C1.3	Iluminación	10
C2.3	Uso general	3

La centralita, lugar donde se ubican las baterías de la instalación fotovoltaica y ambas centralizaciones de contadores de las viviendas, consta de un sólo CGMP.



Tabla 18: Relación de circuitos del cuadro general 4.

CGMP 4		Restaurante
Circuito	Denominación	Uds
C1.4.1	Comedor, zona 1	12
C1.4.2	Comedor, zona 2	9
C1.4.3	Pasillo	15
C1.4.4	Aseos	4
C2.4	Uso general/Vitrinas	9
C5.4	Baños	2
CS1	Subcuadro 1	1

Tabla 19: Relación de circuitos del cuadro general 5.

CGMP 5		Lavandería de autoservicio
Circuito	Denominación	Uds
C1.5	Iluminación	6
C2.5	Uso general	3
C4.5	Lavadoras	12
C10.5	Secadoras	12

Tabla 20: Relación de circuitos del cuadro general 6.

CGMP 6		Consulta de psicología
Circuito	Denominación	Uds
C1.6	Iluminación	3
C2.6	Uso general	2

Por último, dicho establecimiento, es un centro de psicología, el cual esta constituido por 2 consultas, las cuales cada consulta le pertenece 1 CGMP.

- **Centro de psicología:** Cantidad de CGMP 6 = 2.

Tabla 21: Relación de circuitos del subcuadro 1.

CS 1		Cocina
Circuito	Denominación	Uds
C1.1	Iluminación	6
C2.1	Uso general/Frigorífico	5
C3.1	Cocina/Horno	11
C4.1	Lavavajillas	3
C5.1	Plano de trabajo	3

Atendiendo lo mostrado, se establece la relación de los circuitos del CS 1, puesto que es un circuito que forma parte de la CGMP 4 que pertenece al restaurante.



7.4.2. Cableado y canalizaciones.

Para la correspondiente elección y el cálculo de las canalizaciones se debe seguir lo dispuesto en la ITC-BT-20, además de la norma UNE-HD 60364-5-52. Se contemplan las condiciones particulares de los sistemas de instalación con las que se estudia la elección de las canalizaciones en función de los conductores y cables a instalar.

Se partirá de la base de que las conducciones eléctricas consumen parte de la energía que transportan y esto se traduce en pérdidas que disminuyen al aumentar la sección. Por ello, para la sección del cable seleccionado, se deben cumplir ciertos parámetros:

- Cumplir las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Analizar las pérdidas del material por calentamiento para la sección seleccionada, así como para dos o tres secciones superiores.

Estas condiciones recogen lo marcado en la norma UNE-HD 60364-5-52, que muestra con más detalle los métodos de instalación, número de conductores cargados, además del tipo de aislamiento a través de las tablas de intensidades máximas admisibles.

Se calculará, según lo estipulado en la norma anterior, las temperaturas máximas de funcionamiento según el tipo de aislamiento y las temperaturas de referencia, que serán:

- Para conductores aislados y cables al aire, cualquier modo de instalación: 40°C.
- Para cables enterrados directamente en terrenos o conductos: 25°C.

La elección de conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, por tanto se atenderán las prestaciones y propiedades que ofrezcan. Se hará de acuerdo con los diferentes tipos de instalación existentes, considerando las secciones y medidas de los tubos protectores, encontrados en la ITC-BT-21.

Los circuitos interiores presentan cableados distintos, por lo que serán diferenciados por el tipo de instalación que se selecciona para cada uno de ellos:

- **A1:** Conductores aislados dentro de tubo en una pared térmicamente aislante.
- **A2:** Cable multiconductor dentro de tubo en una pared térmicamente aislante.
- **B1:** Conductores aislados dentro de tubo sobre una pared.
- **B2:** Cable multiconductor dentro de tubo sobre una pared.

Además, se deberán dimensionar los conductores a intensidades de cortocircuito ya previstas, según lo dispuesto en la ITC-BT-22 y la norma UNE-HD 60364-4-43.

Se revisará que el calentamiento de los conductores no supere la temperatura máxima admisible por la cubierta aislante para la intensidad de cortocircuito. Tanto conductores, como barras y soportes resistirán, sin rotura ni deformación, los esfuerzos mecánicos que son debidos a la corriente de cortocircuito.



7.4.3. Caídas de tensión.

Se debe tener en cuenta que las condiciones reales de servicio no son las normales de cálculo. Para el cálculo se considera la resistencia eléctrica de los conductores para el estudio de variaciones de intensidad de corriente por efecto Kelvin, efecto de proximidad y la propia resistencia óhmica.

Los valores de la caída de tensión vienen limitados por norma, en función de la tensión de suministro, mediante el REBT y comprobando las ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-19.

Tabla 22: Límites normalizados de caídas de tensión.

Tipo	Destinado	ΔU [%]	ΔU [400 V]	ΔU [230 V]
LGA	Embarrado	1	4 V	2,3 V
DI	Centralización contadores	1	4 V	2,3 V
DI	Único usuario	1,5	6 V	3,45 V
Vivienda	Alumbrado/Otros usos	3	12 V	6,9 V
Local	Alumbrado	3	12 V	6,9 V
Local	Otros usos	5	20 V	11,5 V

Atendiendo a los límites de la tabla, el valor de la caída de tensión total acumulada podrá compensarse entre las instalaciones de enlace e instalaciones interiores, de manera que deberá ser inferior a la suma de los valores límites especificados para ambos. En el caso de la derivación individual, para suministros destinados a un único usuario, el valor límite será de 1,5% (véase el Documento de Anexos) para más información de las DI.

Tabla 23: Caídas de tensión, cableado y canalizaciones de los circuitos del cuadro general 1.

CGMP 1		Vivienda A				
Circuito	Instalación	Tipo de cable	Aislante	Sección [mm ²]	∅Tubo [mm]	ΔU [%]
C1.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,5	16	0,32
C2.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	1,66
C3.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G4	XLPE2	4	20	0,44
C4.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	0,25
C5.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	1,39

Tabla 24: Caídas de tensión, cableado y canalizaciones de los circuitos del cuadro general 2.

CGMP 2		Vivienda B				
Circuito	Instalación	Tipo de cable	Aislante	Sección [mm ²]	∅Tubo [mm]	ΔU [%]
C1.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,5	16	0,06
C2.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	0,68
C3.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G4	XLPE2	4	20	0,3
C4.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	0,23
C5.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	1



Tabla 25: Caídas de tensión, cableado y canalizaciones de los circuitos del cuadro general 3.

CGMP 3	Centralita					
Circuito	Instalación	Tipo de cable	Aislante	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]	ΔU [%]
C1.3	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,5	16	0,28
C2.3	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	0,34

Tabla 26: Caídas de tensión, cableado y canalizaciones de los circuitos del cuadro general 4.

CGMP 4	Restaurante					
Circuito	Instalación	Tipo de cable	Aislante	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]	ΔU [%]
C1.4.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,5	16	0,46
C1.4.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,5	16	0,22
C1.4.3	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,5	16	0,6
C1.4.4	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,5	16	0,03
C2.4	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	0,73
C5.4	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	0,71
CS1	B1	ES07Z1-K (AS) 5G16	XLPE3	16	40	0,23

Tabla 27: Caídas de tensión, cableado y canalizaciones de los circuitos del cuadro general 5.

CGMP 5	Lavandería de autoservicio					
Circuito	Instalación	Tipo de cable	Aislante	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]	ΔU [%]
C1.5	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,5	16	0,09
C2.5	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	0,25
C4.5	B1	ES07Z1-K (AS) 5G10	XLPE3	10	32	0,49
C10.5	B1	ES07Z1-K (AS) 5G16	XLPE3	16	40	0,43

Tabla 28: Caídas de tensión, cableado y canalizaciones de los circuitos del cuadro general 6.

CGMP 6	Consulta de psicología					
Circuito	Instalación	Tipo de cable	Aislante	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]	ΔU [%]
C1.6	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,5	16	0,03
C2.6	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	0,11



Tabla 29: Caídas de tensión, cableado y canalizaciones de los circuitos del subcuadro 1.

CS 1	Cocina					
Circuito	Instalación	Tipo de cable	Aislante	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]	ΔU [%]
C1.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,5	16	0,08
C2.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	0,42
C3.1	B1	ES07Z1-K (AS) 5G10	XLPE3	10	32	0,48
C4.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G6	XLPE2	6	25	0,93
C5.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	20	0,67

7.4.4. Protecciones.

Las instalaciones eléctricas se establecerán de forma que no supongan riesgo para las personas tanto en servicio normal como cuando puedan presentarse averías previsibles. A su vez, deberán proyectarse y ejecutarse aplicando las medidas de protección que son necesarias contra los contactos directos e indirectos.

Se tomarán medidas, destinadas al recubrimiento de las partes activas con materiales aislantes garantizando determinados grados de protección, el montaje de obstáculos en espacios accesibles para personal autorizado con el fin de impedir contactos fortuitos y el uso de dispositivos de corriente diferencial en caso de imprudencia de los usuarios.

Ante la aparición de tensiones de contacto que puedan suponer riesgo, se producirá el corte automático de alimentación. Como sistema de protección, se emplea el esquema TT, con el que se conecta de forma directa las masas de los equipos eléctricos a tierra. Serán utilizados dispositivos de protección de corriente diferencial y otros como fusibles e interruptores automáticos.

Para obtener de forma óptima resultados correctos, se deben dar unas condiciones de cálculo en base a unos procedimientos estandarizados, los cuales se han cumplido:

- A partir de las secciones de los conductores de fase, se selecciona la sección que requiera el conductor de protección.
- Se considerarán las dimensiones y características de los tubos y canales protectores para la protección de los conductores.
- Se realizarán comprobaciones para que los cables cumplan las condiciones que son necesarias en el funcionamiento de dispositivos contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Con poder de corte suficiente para hacer frente a las corrientes de cortocircuito, debiéndose determinar el poder de corte correspondiente.
- Las protecciones deberán ser capaces de controlar y despejar las posibles corrientes de cortocircuito.

A continuación, se muestran los dispositivos que otorgarán protección a los circuitos interiores de las diferentes instalaciones del complejo (véase el Documento de Anexos).



Tabla 30: Aparamenta de protección para el cuadro general 1.

CGMP 1	Vivienda A				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.1	230	1,05	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px40Ax30mA
C2.1	230	10	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C3.1	230	9,78	2Px25A Curva C. 6 kA	32	
C4.1	230	8,25	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C5.1	230	13,33	2Px20A Curva C. 6 kA	24	

Tabla 31: Aparamenta de protección para el cuadro general 2.

CGMP 2	Vivienda B				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.2	230	0,43	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px40Ax30mA
C2.2	230	5	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C3.2	230	9,78	2Px25A Curva C. 6 kA	32	
C4.2	230	8,25	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C5.2	230	13,33	2Px20A Curva C. 6 kA	24	

Tabla 32: Aparamenta de protección para el cuadro general 3.

CGMP 3	Centralita				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.3	230	1,16	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px25Ax30mA
C2.3	230	2,5	2Px16A Curva C. 6 kA	24	

Tabla 33: Aparamenta de protección para el cuadro general 4.

CGMP 4	Restaurante				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.4.1	230	1,33	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px25Ax30mA
C1.4.2	230	1	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	
C1.4.3	230	1,67	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	
C1.4.4	230	0,18	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	
C2.4	230	7,5	2Px16A Curva C. 6 kA	24	2Px25Ax30mA
C5.4	230	6,67	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
CS1	400	48,86	4Px63A Curva C. 6 kA	77	4Px80Ax30mA

Tabla 34: Aparamenta de protección para el cuadro general 5.

CGMP 5	Lavandería de autoservicio				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.5	230	0,67	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px25Ax30mA
C2.5	230	2,5	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C4.5	400	32,87	4Px40A Curva C. 6 kA	57	4Px63Ax30mA
C10.5	400	49,8	4Px63A Curva C. 6 kA	77	4Px80Ax30mA



Tabla 35: Aparamenta de protección para el cuadro general 6.

CGMP 6	Consulta de psicología				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.6	230	0,35	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px25Ax30mA
C2.6	230	1,67	2Px16A Curva C. 6 kA	24	

Tabla 36: Aparamenta de protección para el subcuadro 1.

CS 1	Cocina				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.1	230	0,67	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px25Ax30mA
C2.1	230	4,17	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C3.1	400	35,72	4Px40A Curva C. 6 kA	57	4Px63Ax30mA
C4.1	230	24,75	2Px32A Curva C. 6 kA	41	2Px63Ax30mA
C5.1	230	10	2Px20A Curva C. 6 kA	24	2Px25Ax30mA

7.5. Puesta a tierra.

La instalación del sistema de puesta a tierra consiste en conectar un punto dado de la instalación a una toma de tierra a través de un cable conductor. La conexión conlleva a que las masas metálicas no entren en contacto con la corriente eléctrica debido a posibles defectos de aislamiento en dispositivos eléctricos.

La puesta a tierra, que debe estar asociada a un dispositivo de corte, garantizan la seguridad de las personas, además de la protección de bienes e instalaciones en caso de corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico, según la ITC-BT-18. Será fiable y adecuada, por medio de soldadura aluminotérmica, para posibles requisitos de protección de la instalación, evitando la aparición de diferencias de potencial peligrosas.

A la toma de tierra establecida se conectará toda la masa metálica existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan. También se incluyen las partes metálicas de las instalaciones de agua, calefacción general, entre otros.

7.5.1. Sistemas de puesta a tierra.

Tabla 37: Características de los sistemas de puesta a tierra 1.

Módulo del Edificio de Viviendas			
Tipo	Resistencia [Ω]	Perímetro	Cantidad
Toma tierra	15	58 m	3 picas
Conductor	17,24		
Picas	115,45		



Tabla 38: Características de los sistemas de puesta a tierra 2.

Centralita			
Tipo	Resistencia [Ω]	Perímetro	Cantidad
Toma tierra	15	33 m	9 picas
Conductor	30,3		
Picas	29,71		

Tabla 39: Características de los sistemas de puesta a tierra 3.

Restaurante			
Tipo	Resistencia [Ω]	Perímetro	Cantidad
Toma tierra	15	61 m	2 picas
Conductor	16,39		
Picas	176,87		

Tabla 40: Características de los sistemas de puesta a tierra 4.

Lavandería de autoservicio			
Tipo	Resistencia [Ω]	Perímetro	Cantidad
Toma tierra	15	21 m	12 picas
Conductor	47,62		
Picas	21,9		

Tabla 41: Características de los sistemas de puesta a tierra 5.

Centro de psicología			
Tipo	Resistencia [Ω]	Perímetro	Cantidad
Toma tierra	15	21 m	12 picas
Conductor	47,62		
Picas	21,9		

Para el sistema de puesta a tierra, se empleará un conductor de cobre desnudo con sección 35 mm^2 en anillo perimetral, enterrado horizontalmente en la cimentación del edificio. Además, se hará uso del conjunto de las picas de acero para completar la red de puesta a tierra o sin red en caso alternativo, (véase el Documento de Anexos).

7.6. Iluminación.

7.6.1. Alumbrado de interior.

La norma UNE-12464.1, relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior”, tiene por objeto impulsar la consecución de mayor eficiencia energética en instalaciones de iluminación interior que concurren en edificios o establecimientos varios. Para todas las instalaciones receptoras de alumbrado interior serán de aplicación las prescripciones generales establecidas en la ITC-BT-28 e ITC-BT-44.



El diseño se realiza para alcanzar y satisfacer necesidades humanas básicas, como el confort visual, que desea lograr una sensación de bienestar y aumentar los niveles de productividad, o las prestaciones visuales que aportan a los trabajadores la capacidad de realizar sus tareas visuales, desempeñando diferentes actividades durante los períodos largos, y la seguridad que produce menos errores y accidentes, ya que los trabajadores se encontrarán más atentos y precisos.

Según los cálculos luminotécnicos obtenidos, han sido seleccionadas diferentes tipos de luminarias para satisfacer los requerimientos mínimos de recintos que presentan los establecimientos del complejo. A continuación, se muestran los resúmenes de las tablas con los cálculos obtenidos del programa *CYPELUX* (véase el Documento de Iluminación).

Tabla 42: Alumbrado de interior 1.

Vivienda A				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Comedor	543	81,68	17	80
Baño	496	86,75	11	80
Dormitorio	445	84,14	11	80

Tabla 43: Alumbrado de interior 2.

Vivienda B				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Estudio	484	63,82	17	80
Baño	496	86,75	11	80

Tabla 44: Alumbrado de interior 3.

Centralita				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Recinto	560	88,37	17	80

Tabla 45: Alumbrado de interior 4.

Restaurante				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Comedor	533	82,43	17	80
Baño	401	87,96	16	80
Cocina	563	85,29	17	80

Tabla 46: Alumbrado de interior 5.

Lavandería de autoservicio				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Recinto	537	86,6	15	80



Tabla 47: Alumbrado de interior 6.

Centro de psicología				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Consulta	590	90,87	16	80

7.6.2. Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI).

El Código Técnico de Edificación (CTE) presenta una serie de requisitos para adecuar la iluminación interior en las zonas de circulación del tipo de establecimiento dado.

Dependiendo del tipo de establecimiento del complejo, se aplicará la exigencia básica del CTE-DB HE3, con el que se estudiará la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior.

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos para los valores de eficiencia energética del complejo (véase el Documento de Iluminación).

Tabla 48: Valor de eficiencia energética 1.

Vivienda A				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Comedor	543	5,44	33,3	1
Baño	496	5,24	3,4	1,06
Dormitorio	445	4,93	4,8	1,11

Tabla 49: Valor de eficiencia energética 2.

Vivienda B				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Estudio	484	4,5	19,8	0,93
Baño	496	5,24	3,4	1,06

Tabla 50: Valor de eficiencia energética 3.

Centralita				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Recinto	560	4,5	50,1	0,8

Tabla 51: Valor de eficiencia energética 4.

Restaurante				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Comedor	533	5	165,7	0,94
Baño	401	4	5,9	1
Cocina	563	5,53	25	0,98



Tabla 52: Valor de eficiencia energética 5.

Lavandería de autoservicio				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Recinto	537	5,66	24,4	1,05

Tabla 53: Valor de eficiencia energética 6.

Centro de psicología				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Consulta	590	5,95	11,3	1,01

El valor de eficiencia energética se cumple en los espacios donde han sido instaladas las luminarias. Esto es debido a la colocación de luminarias tipo LED, presentando así, valores de potencia no elevados.

7.6.3. Alumbrado de emergencia.

De acuerdo a lo establecido en el CTE-DB-SUA-4, los edificios con carácter especial o de pública concurrencia, dispondrán de alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, eviten situaciones de pánico, permitan la visión de señales indicativas de las salidas, y la situación de equipos y medios de protección existentes.

El cálculo de luminarias de emergencia se ha realizado con el programa *CYPELUX* (véase el Documento de Iluminación). Se proporcionará una iluminancia mínima (E_m) de 1 lux en rutas de evacuación, a nivel del suelo, y en el eje de los pasos principales.

Además, la relación (U_0) entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40. A continuación, se muestran las tablas con los resultados de las zonas que forman parte de los establecimientos públicos.

Tabla 54: Alumbrado de emergencia 1.

Centralita		
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]
Recinto	10,35	35,94

Tabla 55: Alumbrado de emergencia 2.

Restaurante		
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]
Comedor	15,41	31,8
Baño	9,95	55,03
Cocina	10,22	31,51



Tabla 56: Alumbrado de emergencia 3.

Lavandería de autoservicio		
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]
Recinto	10,23	33,24

Tabla 57: Alumbrado de emergencia 4.

Centro de psicología		
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]
Consulta	8,32	23,08

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe funcionar de forma automática al producirse un fallo de alimentación en el alumbrado normal en zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

De acuerdo con lo establecido en el apartado 3 de la ITC-BT-28, se cumple con todas las normas vigentes tanto a nivel del suelo como en el eje de los pasos principales. Cabe destacar que en el restaurante, en la zona de aseos, la relación (U_0) supera los 40 pero impera la fuerza mayor de que en los baños públicos debe haber al menos una luminaria de emergencia para garantizar la seguridad de los clientes.

8. Programas de diseño y cálculo.

Para la elaboración del proyecto es necesario emplear una serie de programas, tanto cálculo como diseño, con el objetivo de representar y valorar las instalaciones integradas en los distintos establecimientos, tales como:

- [*Excel*] Para el uso de hojas de cálculo (véase el Documento de Anexos);
- [*CYPE Open BIM Site*] Permite posicionar un proyecto de forma real en cualquier ubicación del planeta (véase el Documento de Anexos);
- [*CYPE Architecture*] Con el que es posible generar un proyecto desde cero para crear un modelado en 3D de un diseño arquitectónico (véase el Documento de Anexos);
- [*CYPELEC Electrical Mechanisms*] Sirve para implementar en el diseño 3D ya creado todo tipo de mecanismos eléctricos (véase el Documento de Anexos);
- [*CYPELEC Distribution*] Es capaz de asignar a los mecanismos eléctricos instalados una categoría y permite realizar el conexionado (véase el Documento de Anexos);
- [*CYPELEC REBT*] Genera un esquema unifilar mediante el conexionado eléctrico de los mecanismos del proyecto en 3D (véase el Documento de Anexos);



- [CYPELEC PV Systems] Es capaz de lograr la creación y gestión de toda la instalación fotovoltaica del proyecto en el diseño 3D a partir de un predimensionado energético y generar un esquema unifilar (véase el Documento de Instalación Fotovoltaica);
- [CYPELUX] Para la recreación de los efectos provocados por la iluminación en los espacios interiores (véanse el Documento de Iluminación);
- [CYPE Open BIM Layout] Posibilita la creación de cualquier tipo de plano para un proyecto con total libertad de diseño (véase el Documento de Planos);
- [CYPE Arquímedes] Efectúa el cálculo relacionado con mediciones y presupuestos (véase el Documento de Mediciones y Presupuesto);
- [CYPE] Genera el estudio básico de seguridad y salud para el establecimiento objeto (véase el Documento del Estudio Básico de Seguridad y Salud);
- [CYPE] Consigue generar el pliego de condiciones generales para el establecimiento estudiado (véase el Documento del Pliego de Condiciones Generales);
- [CYPE] Es capaz de generar el pliego de condiciones técnicas particulares para las instalaciones eléctricas en baja tensión para el establecimiento que se desea analizar (véase el Documento del Pliego de Condiciones Técnicas).

9. Presupuesto total.

En este capítulo, se relacionan las unidades de medida consideradas previamente (véase el Documento de Mediciones y Presupuesto) para las partes que se componen por la instalación estudiada. El próximo cuadro expone el desarrollo de todos los cuadros de precios, referidos a los materiales, equipos y otras unidades auxiliares.

PRESUPUESTO	
Descripción	Total [€]
Instalaciones fotovoltaicas	107.467,67
Instalaciones de enlace	37.199,10
Instalaciones de interior	251.341,35
Mano de obra	52.560,00
Presupuesto de Ejecución Material	448.568,12
IGIC 7%	31.399,77
Gastos Generales 13%	58.313,86
Beneficio Industrial 6%	26.914,09
Final	565.195,84

EL PRESUPUESTO TOTAL ASCIENDE A LOS QUINIENTOS SESENTA Y CINCO MIL CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.



Bibliografía

- [1] Gobierno de España, Boletín Oficial del Estado, Ministerio de Ciencia y Tecnología. *Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (REBT)*. Abril 2023.
- [2] Gobierno de España, El Consejo Superior de las Investigaciones Científicas, CSIC. Ministerio de Ciencia e Innovación. *Código Técnico de la Edificación de España (CTE)*. Abril 2023: www.codigotecnico.org
- [3] CYPE Ingenieros, S.A., Software BIM para Arquitectura, Ingeniería y Construcción. *Generador de precios*. Abril 2023: www.generadordeprecios.info
- [4] Gobierno de Canarias, Sistema de Información Territorial de Canarias - IDECanarias. *IDECanarias Visor 4.5.1*. Abril 2023: visor.grafcan.es/visorweb/





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna



ANEXOS

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González

Índice

ANEXO DE FÓRMULAS APLICADAS	1
1. Formulario.	1
1.1. Cálculo de intensidades.	1
1.2. Caídas de tensión.	1
1.3. Protección contra sobrecargas.	2
1.4. Protección contra cortocircuitos.	2
1.5. Impedancia del conductor.	3
1.6. Temperatura de los materiales.	3
1.7. Conductividad eléctrica.	3
1.8. Puesta a tierra.	4
1.9. Cálculo de previsión de carga en las viviendas de un edificio.	4
1.10. Energía generada por el panel.	5
1.11. Valor medio mensual de la irradiación diaria.	5
1.12. Rendimiento energético del panel.	6
1.13. Pérdidas por temperatura.	6
1.14. Acumuladores.	7
1.15. Iluminación.	7
1.16. Distancia mínima entre filas de módulos en plano horizontal.	8
1.17. Distancia mínima entre filas de módulos en plano inclinado.	9
ANEXO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	1
1. Espectro de radiación electromagnético.	1
1.1. Mapa de irradiancia global horizontal (Islas Canarias).	1
1.2. Mapa de irradiancia global horizontal (La Palma).	2
1.3. Mapa de inclinación óptima de módulos fotovoltaicos (La Palma).	2
2. Sistema de información geográfica fotovoltaica.	3
2.1. Datos promedio diarios de irradiancia.	3
2.2. Irradiancia global horizontal.	4
2.3. Irradiancia directa normal.	4
2.4. Irradiancia difusa horizontal.	5
2.5. Radiación infrarroja descendente.	5
2.6. Humedad relativa.	6
2.7. Velocidad del viento.	6
3. Orientación e inclinación de módulos fotovoltaicos.	7
3.1. Orientación e inclinación del módulo en plano horizontal.	8
3.2. Orientación e inclinación del módulo en plano inclinado.	8
3.3. Perfil de sombras del módulo en plano horizontal.	9
3.4. Perfil de sombras del módulo en plano inclinado.	9
4. Instalación de módulos fotovoltaicos.	10
4.1. Agrupación de módulos destacados.	10
4.1.1. Instalación solar aislada de red.	11
4.2. Predimensionado energético.	11



ANEXO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1
1. Potencia prevista.	1
1.1. Relación de receptores.	1
1.1.1. Equipos.	1
1.1.2. Alumbrado.	2
1.1.3. Alumbrado de emergencia.	2
1.1.4. Tomas de corriente.	3
1.1.5. Potencia total.	3
1.2. Circuitos interiores.	4
1.2.1. Cuadro general de mando y protección.	4
1.2.2. Cuadro secundario.	6
1.3. Equilibrado de cargas.	6
1.3.1. Cuadro general de mando y protección.	6
1.3.2. Cuadro secundario.	7
2. Cableado y canalizaciones.	7
2.1. Línea general de alimentación (LGA).	8
2.2. Derivaciones individuales (DI).	8
2.3. Cuadro general de mando y protección (CGMP).	9
2.4. Cuadro secundario (CS).	11
3. Caídas de tensión.	12
3.1. Línea general de alimentación.	12
3.2. Derivaciones individuales.	12
3.3. Cuadro general de mando y protección.	13
3.4. Cuadro secundario.	15
4. Protecciones.	16
4.1. Protecciones contra sobrecargas.	16
4.1.1. Línea general de alimentación.	16
4.1.2. Derivaciones individuales.	16
4.1.3. Cuadro general de mando y protección.	17
4.1.4. Cuadro secundario.	18
4.2. Protecciones contra cortocircuitos.	19
4.2.1. Línea general de alimentación.	19
4.2.2. Derivaciones individuales.	19
4.2.3. Cuadro general de mando y protección.	20
4.2.4. Cuadro secundario.	22
4.3. Aparamenta eléctrica.	22
4.3.1. Línea general de alimentación.	22
4.3.2. Derivaciones individuales.	22
4.3.3. Cuadro general de mando y protección.	23
4.3.4. Cuadro secundario.	25
4.4. Protecciones contra sobretensiones.	25
4.4.1. Tipos de dispositivos.	25
5. Puesta a tierra.	26
5.1. Sistemas de puesta a tierra.	26



ANEXO DE ILUMINACIÓN	1
1. Iluminación.	1
1.1. Alumbrado de interior.	1
1.2. Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI).	2
1.3. Alumbrado de emergencia.	3
ANEXO COMPLEMENTARIO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	1
1. Agrupación A.	1
1.1. Potencia del generador.	1
1.1.1. Energía generada por el panel.	1
1.1.2. Potencia máxima de los paneles generadores.	6
1.1.3. Comprobación de la potencia total de la instalación.	6
1.1.4. Conexión entre los módulos.	6
1.2. Inversor.	7
1.3. Acumulador.	7
2. Agrupación B.	8
2.1. Potencia del generador.	8
2.1.1. Energía generada por el panel.	8
2.1.2. Potencia máxima de los paneles generadores.	13
2.1.3. Comprobación de la potencia total de la instalación.	13
2.1.4. Conexión entre los módulos.	13
2.2. Inversor.	14
2.3. Acumulador.	14
3. Agrupación C.	15
3.1. Potencia del generador.	15
3.1.1. Energía generada por el panel.	15
3.1.2. Potencia máxima de los paneles generadores.	20
3.1.3. Comprobación de la potencia total de la instalación.	20
3.1.4. Conexión entre los módulos.	20
3.2. Inversor.	21
3.3. Acumulador.	21
4. Agrupación D.	22
4.1. Potencia del generador.	22
4.1.1. Energía generada por el panel.	22
4.1.2. Potencia máxima de los paneles generadores.	27
4.1.3. Comprobación de la potencia total de la instalación.	27
4.1.4. Conexión entre los módulos.	27
4.2. Inversor.	28
4.3. Acumulador.	28
5. Intensidad máxima admisible.	29
5.1. Conexión de paneles solares y dispositivos.	29
5.1.1. Cableado exterior e interior.	29
5.2. Conexión de paneles al regulador.	30



5.2.1. Cableado enterrado e interior.	30
6. Caída de tensión máxima admisible.	32
6.1. Conexión de paneles solares y dispositivos.	32
6.1.1. Cableado exterior e interior del caso más desfavorable.	32
6.2. Conexión de paneles al regulador.	34
6.2.1. Cableado enterrado e interior del caso más desfavorable.	34
7. Protección contra sobrecargas.	38
7.1. Conexión de paneles solares y dispositivos.	38
7.1.1. Cableado exterior e interior.	38
7.2. Conexión de paneles al regulador.	38
7.2.1. Cableado enterrado e interior.	38
8. Orientación e inclinación de módulos 1.	40
8.1. Pérdidas por orientación e inclinación (Plano horizontal).	40
8.2. Pérdidas por sombras (Plano horizontal).	41
9. Orientación e inclinación de módulos 2.	42
9.1. Pérdidas por orientación e inclinación (Plano inclinado).	42
9.2. Pérdidas por sombras (Plano inclinado).	43
10. Resumen de previsión de producción.	44
10.1. Agrupación A.	44
10.2. Agrupación B.	45
10.3. Agrupación C.	46
10.4. Agrupación D.	47
ANEXO ADICIONAL DE ILUMINACIÓN	1
1. Alumbrado interior.	1
1.1. Vivienda A (Comedor).	1
1.2. Vivienda B (Estudio).	3
1.3. Vivienda A, Vivienda B (Baño).	5
1.4. Vivienda A (Dormitorio).	7
1.5. Restaurante (Comedor).	9
1.6. Restaurante (Baño).	15
1.7. Restaurante (Cocina).	18
1.8. Lavandería de autoservicio (Habitáculo).	21
1.9. Centro de psicología (Consulta).	24
1.10. Centralita (Habitáculo).	26
2. Curvas fotométricas.	28
2.1. Alumbrado de interior.	28
2.2. Alumbrado de emergencia.	31
3. Información relativa de la normativa.	32
3.1. Salas de diagnóstico.	32
3.2. Otros recintos interiores.	32
3.3. Salas técnicas.	33



3.4. Zona común (Cuartos de baño).	34
3.5. Lugar de pública concurrencia (Cocina).	34
3.6. Lugar de pública concurrencia (Comedor).	35





ANEXO DE FÓRMULAS APLICADAS

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González**

1. Formulario.

En este capítulo se indican las fórmulas que se han utilizado para el cálculo de las diferentes dotaciones que requieren las instalaciones eléctricas y fotovoltaicas, así como para comprobar el cumplimiento de parámetros que exigen las disposiciones vigentes.

1.1. Cálculo de intensidades.

A partir de las siguientes expresiones, se determinan las intensidades máximas que circulan en los circuitos interiores. Deberán ser inferiores a las máximas admitidas por el REBT, según el tipo de instalación y determinadas condiciones particulares. Si está en servicio trifásico (véase la fórmula 1) o en servicio monofásico (véase la fórmula 2).

$$I_b(\text{Trifásica}) = \frac{P}{V_L \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}} \quad [A] \quad (1)$$

$$I_b(\text{Monofásica}) = \frac{P}{V_f \cdot \cos\varphi} \quad [A] \quad (2)$$

- I_b Intensidad de cálculo [A].
- P Potencia activa [W].
- V_L Tensión de línea [V].
- V_f Tensión de fase [V].
- $\cos\varphi$ Factor de potencia.

1.2. Caídas de tensión.

Considerando la resistencia eléctrica de los conductores, se determina el valor de las pérdidas de energía por conducción a partir de las siguientes expresiones. Deberá ser inferior a los valores límite admitidos por el REBT, teniendo en cuenta si está en servicio trifásico (véase la fórmula 3) o en servicio monofásico (véase la fórmula 4).

$$\Delta V(\text{Trifásica}) = \frac{L \cdot P}{C \cdot V_L \cdot S} \quad [\%] \quad (3)$$

$$\Delta V(\text{Monofásica}) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot V_f \cdot S} \quad [\%] \quad (4)$$

- ΔV Caída de tensión [%].
- L Longitud [m].
- P Potencia activa [W].
- C Conductividad eléctrica del conductor [$m/\Omega \cdot mm^2$].
- V_L Tensión de línea [V].
- V_f Tensión de fase [V].
- S Sección del cable [mm^2].



1.3. Protección contra sobrecargas.

Considerando los valores que se han obtenido de las fórmulas 1 y 2 para el cálculo de intensidades, se establecen las siguientes condiciones para así garantizar la protección contra sobrecargas (véanse las fórmulas 5, 6 y 7).

A partir del valor de intensidad máxima (I_b), se selecciona el calibre que dispondrá el dispositivo de protección (I_N), que será superior al valor anterior. Además, (I_N) será inferior a la intensidad máxima que admite el conductor del circuito interior (I_Z).

$$I_b \leq I_N \leq I_Z \quad [A] \quad (5)$$

El valor de I_F varía, dependiendo del tipo de dispositivo de protección que se haya seleccionado. En el capítulo 4.1, se especificará el valor que deberá tomarse para cumplir con la siguiente condición de protección contra sobrecargas (véase la fórmula 6).

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \quad [A] \quad (6)$$

$$I_F \leq 1,6 \cdot I_Z \quad [A] \quad (7)$$

- I_b Intensidad de cálculo [A].
- I_N Intensidad nominal del dispositivo de protección [A].
- I_Z Intensidad máxima admisible para el conductor del circuito [A].
- I_F Intensidad convencional de funcionamiento del dispositivo de protección [A].

1.4. Protección contra cortocircuitos.

Teniendo en cuenta el valor de la expresión 10, se pueden obtener las intensidades de cortocircuito al inicio de cada circuito (véase la fórmula 8).

$$I_{cc} = \frac{V_f}{Z_t} \quad [kA] \quad (8)$$

A partir del calibre del dispositivo de protección seleccionado para cada circuito, se establece la siguiente condición (véase la fórmula 9) para la cuál, en la protección contra cortocircuitos, el poder de corte (I_{cu}) debe ser mayor que la (I_{cc}) calculada a través de la expresión anterior.

$$I_{cu} > I_{cc} \quad [kA] \quad (9)$$

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito [kA].
- V_f Tensión de fase [V].
- Z_t Impedancia total en el punto de cortocircuito [Ω].
- I_{cu} Poder de corte del dispositivo de protección [kA].



1.5. Impedancia del conductor.

Considerando los parámetros de expresiones anteriores, se determina la impedancia del conductor de cada circuito (véase la fórmula 10).

$$Z_t = \frac{L \cdot \rho}{S} \quad [\Omega] \quad (10)$$

- Z_t Impedancia total en el punto de cortocircuito [Ω].
- ρ Resistividad eléctrica del conductor [$\Omega \cdot mm^2/m$].
- L Longitud del conductor [m].
- S Sección del cable [mm^2].

1.6. Temperatura de los materiales.

Las condiciones reales de servicio de los materiales no son las normales de cálculo. De esta forma, se comprobará la temperatura prevista de servicio del conductor que se deba analizar, (véase la fórmula 11).

$$T = T_0 + [\Delta T \cdot (\frac{I_b}{I_z})^2] \quad [^\circ C] \quad (11)$$

Además, se deben valorar los coeficientes de resistividad, que puedan verse alterados a temperaturas superiores a $20^\circ C$, (véase la fórmula 12).

$$\rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)] \quad [\Omega \cdot mm^2/m] \quad (12)$$

- ρ Resistividad eléctrica del conductor [$\Omega \cdot mm^2/m$].
- ρ_{20} Resistividad eléctrica del conductor a $20^\circ C$ [$\Omega \cdot mm^2/m$].
- α Coeficiente de temperatura [$^\circ C^{-1}$].
- T Temperatura del conductor [$^\circ C$].
- T_0 Temperatura ambiente [$^\circ C$].
- ΔT Rango absoluto de temperatura del conductor [$^\circ C$].
- I_b Intensidad de cálculo [A].
- I_z Intensidad máxima admisible del conductor [A].

1.7. Conductividad eléctrica.

De acuerdo con el valor de resistividad eléctrica, calculada en la expresión 12, se mide la capacidad del conductor para dejar pasar la intensidad de corriente.

$$C = \frac{1}{\rho} \quad [m/\Omega \cdot mm^2] \quad (13)$$

- C Conductividad eléctrica del conductor [$m/\Omega \cdot mm^2$].
- ρ Resistividad eléctrica del conductor [$\Omega \cdot mm^2/m$].



1.8. Puesta a tierra.

Para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno, se hace uso de las siguientes fórmulas, siendo la expresión 14 la que determina la resistencia del conductor enterrado, 15 la resistencia de la pica vertical y 16 la resistencia a tierra.

$$R_{conductor} = \frac{2 \cdot \rho}{L} \quad [\Omega] \quad (14)$$

$$R_{pica} = \frac{\rho}{n_{pica}^{\circ} \cdot L_{pica}} \quad [\Omega] \quad (15)$$

$$R_T = \frac{R_{pica} \cdot R_{conductor}}{R_{pica} + R_{conductor}} \quad [\Omega] \quad (16)$$

- $R_{conductor}$ Resistencia del conductor enterrado desnudo $[\Omega]$.
- ρ Resistividad del terreno $[\Omega \cdot m]$.
- L Longitud del conductor $[m]$.
- R_{pica} Resistencia de la pica $[\Omega]$.
- n_{pica}° Número de picas verticales.
- L_{pica} Longitud de la pica $[m]$.
- R_T Resistencia a tierra $[\Omega]$.

1.9. Cálculo de previsión de carga en las viviendas de un edificio.

Dependiendo del edificio, es posible que se den 2 casos específicos para conseguir la potencia prevista en un establecimiento formado por un conjunto de viviendas.

Si el edificio lo componen viviendas con la misma potencia o grado de electrificación (véase la fórmula 17), si por el contrario lo conforman módulos de viviendas unifamiliares con diferentes grados de electrificación o potencia (véase la fórmula 18).

$$P_{edificio} = \frac{\alpha \cdot n_{viv}^{\circ} \cdot P_{viv}}{n_{total}^{\circ}} \quad [W] \quad (17)$$

$$P_{edificio} = \alpha \cdot \frac{(n_{viv1}^{\circ} \cdot P_{viv1}) + (n_{viv2}^{\circ} \cdot P_{viv2}) + (n_n^{\circ} \cdot P_n)}{n_{total}^{\circ}} \quad [W] \quad (18)$$

- $P_{edificio}$ Potencia total del edificio de viviendas $[W]$.
- P_{viv} Potencia total de una vivienda $[W]$.
- α Coeficiente de Simultaneidad según el número de viviendas.
- n_{viv}° Número de viviendas con una potencia determinada.
- n_{total}° Número total de viviendas del edificio.



1.10. Energía generada por el panel.

A continuación, se muestra en la expresión 19, el valor de la potencia pico mínima que obtiene el generador del panel solar de la instalación.

$$P_{mp,min} = \frac{E_D \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot PR} \quad [W] \quad (19)$$

- $P_{mp,min}$ Potencia pico mínima del generador [W].
- E_D Energía demandada [Wh/día].
- G_{CEM} Irradiación sobre los paneles en CEM [kWh/m²].
- $G_{dm}(\alpha, \beta)$ Valor medio mensual de irradiación diaria sobre el plano del panel.
- PR Rendimiento energético.

1.11. Valor medio mensual de la irradiación diaria.

Para un ángulo de inclinación del panel del orden de 0°, se muestra la expresión 20, donde se da el valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano horizontal, en cambio, si se trata de un ángulo de inclinación $\beta \leq 15^\circ$, el parámetro FI cambia, por tanto diríjase a la expresión 21, y si por el contrario el ángulo está comprendido entre los valores $15^\circ < \beta < 90^\circ$, se elegirá la expresión 22 para el FI resultante.

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) \cdot K \cdot FI \cdot FS \quad (20)$$

$$FI = 1 - [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \quad (21)$$

$$FI = 1 - [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \quad (22)$$

- $G_{dm}(\alpha, \beta)$ Valor medio mensual de irradiación diaria sobre el plano del panel.
- $G_{dm}(0)$ Valor medio mensual de irradiación diaria sobre el plano horizontal [kWh/m²día].
- K Factor dependiente de inclinación óptima de los paneles.
- FI Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas.
- FS Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles $(1 - L_{som})$.
- β Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal [°].
- β_{opt} Inclinación óptima de los paneles respecto a su posición horizontal [°].
- α Orientación de los paneles respecto al Sur [°].



1.12. Rendimiento energético del panel.

En esta ocasión, se muestra en la expresión 23, el valor del rendimiento que poseen los módulos fotovoltaicos y que debido a todo tipo de pérdidas descritas más adelante, el rendimiento va menguando, es por ello que la potencia obtenida va a ser mayor sin tener en cuenta las pérdidas.

$$PR = (1 - L_{cab}) \cdot (1 - L_{dis}) \cdot (1 - L_{inv}) \cdot (1 - L_{pol}) \cdot (1 - L_{ref}) \cdot (1 - L_{reg}) \cdot (1 - L_{tem}) \cdot (1 - L_{usu}) \quad (23)$$

- PR Rendimiento energético.
- L_{cab} Pérdidas de potencia por efecto Joule en el cableado.
- L_{dis} Pérdidas por disipación de parámetros entre módulos.
- L_{inv} Pérdidas de potencia debido al rendimiento del inversor.
- L_{pol} Pérdidas debidas al polvo y la suciedad.
- L_{ref} Pérdidas por reflectancia angular espectral.
- L_{reg} Pérdidas en el regulador.
- L_{tem} Pérdidas medias por temperatura.
- L_{usu} Otras pérdidas de potencia.

1.13. Pérdidas por temperatura.

En relación a la expresión anterior, (véase la fórmula 23), será necesario calcular las pérdidas por temperatura para así poder alcanzar el valor requerido del rendimiento energético, por tanto, en la expresión 24 se hallará dicho valor. Durante el procedimiento es necesario calcular además el valor de la temperatura de las células solares, siendo la expresión 25 la que lo determine.

$$L_{tem} = g \cdot (T_c - 25) \quad (24)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) \cdot \frac{G}{800} \quad [^{\circ}C] \quad (25)$$

- L_{tem} Pérdidas medias por temperatura.
- g Coeficiente de temperatura de la potencia [$^{\circ}C^{-1}$].
- T_c Temperatura de las células solares [$^{\circ}C$].
- T_{amb} Temperatura ambiente a la sombra [$^{\circ}C$].
- $TONC$ Temperatura de operación nominal del módulo.
- G Irradiación solar [W/m^2].



1.14. Acumuladores.

Se ha decidido instalar varios acumuladores ubicados en la instalación de la centralita con los que, con las características facilitadas por el fabricante, se obtiene un cierto grado de autonomía (véase la fórmula 26), y si por el contrario se desea obtener el valor del consumo medio diario de las cargas (véase la fórmula 27).

$$A = \frac{C_{20} \cdot PD_{max} \cdot n_b}{L_D} \cdot \eta_{INV} \cdot \eta_{rb} \quad [dias] \quad (26)$$

$$L_D = \frac{E_D}{V_{NOM}} \quad [Wh] \quad (27)$$

- A Autonomía del sistema de baterías [*dias*].
- C_{20} Capacidad nominal del acumulador [*Ah*].
- PD_{max} Porcentaje de descarga máximo.
- n_b Número de acumuladores.
- η_{INV} Rendimiento del inversor.
- η_{rb} Rendimiento del conjunto regulador-acumulador.
- L_D Consumo medio diario de las cargas [*Wh*].
- E_D Energía demandada [*Wh*].
- V_{nom} Tensión nominal de acumulación de las baterías [*V*].

1.15. Iluminación.

A partir de los diferentes parámetros que componen el alumbrado de los diversos establecimientos (véase el Anexo de Iluminación), se muestra la expresión 28, con la que se obtiene el valor de eficiencia energética de la instalación.

$$VEEI = \frac{P_T \cdot 100}{E_m \cdot S_T} \quad (28)$$

- $VEEI$ Valor de eficiencia energética de la instalación.
- P_T Potencia total en la zona de cálculo [*W*].
- E_m Iluminancia media de la zona de cálculo [*lux*].
- S_T Superficie total en la zona de cálculo [*m²*].



1.16. Distancia mínima entre filas de módulos en plano horizontal.

Como norma general de diseño, cuando se realiza una instalación fotovoltaica sobre un plano horizontal, la distancia entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura 'h' que pueda proyectar sombras, debe garantizar al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

Asimismo, claramente la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente respetará la distancia mínima, considerando en este caso 'h' la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior, efectuándose todas las medidas con relación al plano que contiene las bases de los módulos.

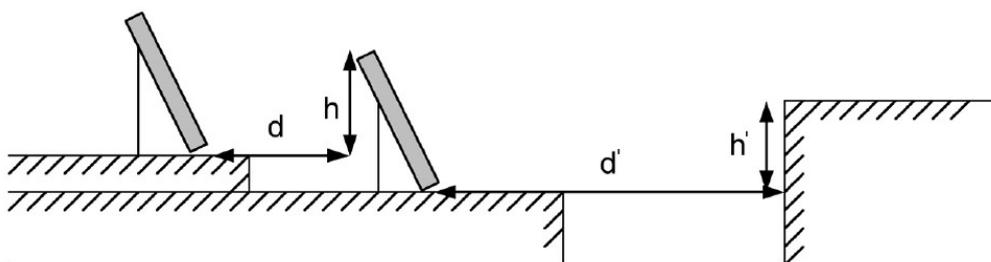


Figura 1: Distancia mínima entre filas de módulos en plano horizontal.

$$d = h \cdot k \quad [m] \quad (29)$$

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \phi)} \quad (30)$$

$$d' = \frac{h'}{\tan(h_0 + i)} \quad [m] \quad (31)$$

$$h_0 = 90 - \phi - \delta \quad [^\circ] \quad (32)$$

- d Distancia entre filas de módulos [m].
- d' Distancia entre la primera fila de módulos y un obstáculo de altura h [m].
- h Diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior [m].
- h' Altura de un obstáculo que pueda producir sombras sobre los paneles [m].
- k Factor de incidencia de la latitud del emplazamiento.
- i Inclinación del plano de instalación de los paneles [°].
- h_0 Altura solar [°].
- ϕ Latitud del emplazamiento [°].
- δ Declinación solar debida a la inclinación del eje terrestre [°].



1.17. Distancia mínima entre filas de módulos en plano inclinado.

Si los módulos se instalan sobre cubiertas inclinadas, dada la complejidad del análisis, el cálculo de la distancia entre filas deberá efectuarse mediante la ayuda de un programa de cálculo a fin de que se cumplan las condiciones requeridas.

La distancia entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura 'h' que pueda proyectar sombras, debe garantizar al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

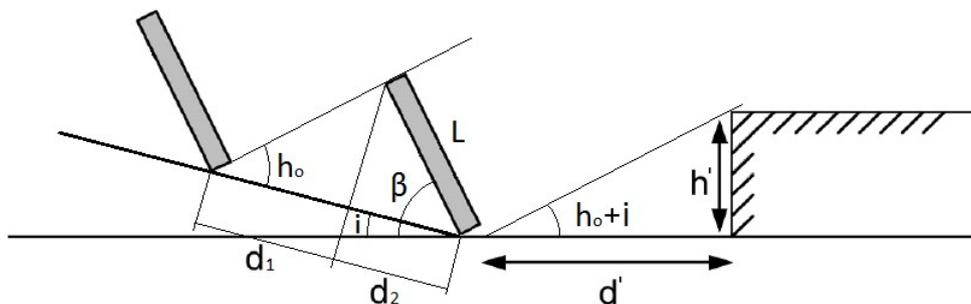


Figura 2: Distancia mínima entre filas de módulos en plano inclinado.

$$d = 1,25 \cdot L \cdot (d_1 + d_2) \quad [m] \quad (33)$$

$$d_1 = \frac{\text{sen}(\beta - i)}{\tan(h_0 + i)} \quad [m] \quad (34)$$

$$d_2 = \cos(\beta - i) \quad [m] \quad (35)$$

$$d' = \frac{h'}{\tan(h_0 + i)} \quad [m] \quad (36)$$

$$h_0 = 90 - \phi - \delta \quad [^\circ] \quad (37)$$

- d Distancia entre filas de módulos, medida sobre el plano inclinado [m].
- d' Distancia entre la primera fila de módulos y un obstáculo de altura h [m].
- L Longitud del módulo [m].
- d_1 Distancia entre la proyección de la cresta del módulo y la base del siguiente [m].
- d_2 Proyección del módulo sobre el plano inclinado [m].
- h' Altura de un obstáculo que pueda producir sombras sobre los paneles [m].
- β Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal [°].
- i Inclinación del plano de instalación de los paneles [°].
- h_0 Altura solar [°].
- ϕ Latitud del emplazamiento [°].
- δ Declinación solar debida a la inclinación del eje terrestre [°].





ANEXO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González**

1. Espectro de radiación electromagnético.

En el amplio espectro de radiación electromagnética, sólo existe una pequeña parte que el ojo humano es capaz de apreciar, llamada espectro visible. En lo referente a los módulos fotovoltaicos, el espectro de radiación solar aprovechada va desde el infrarrojo al ultravioleta pero funcionan mejor en el espectro donde se sitúan los rayos ultravioleta.

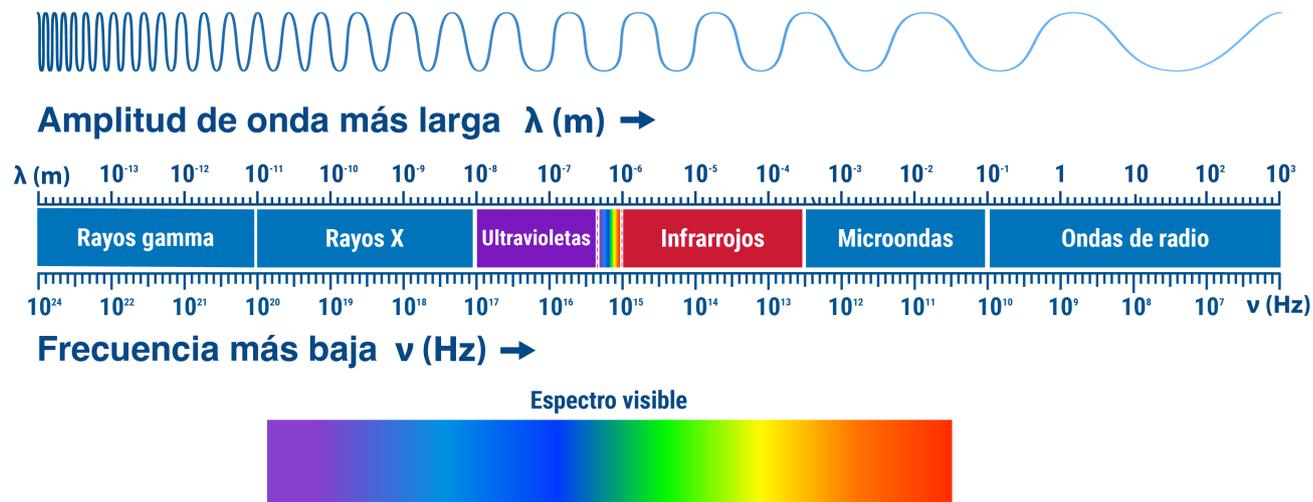


Figura 3: Espectro de radiación solar aprovechada.

1.1. Mapa de irradiancia global horizontal (Islas Canarias).

Una vista en retrospectiva del archipiélago Canario para poder apreciar que gracias a su ubicación en el globo, la totalidad de las islas poseen bastante irradiancia global horizontal como para explotar el ámbito de la tecnología solar.

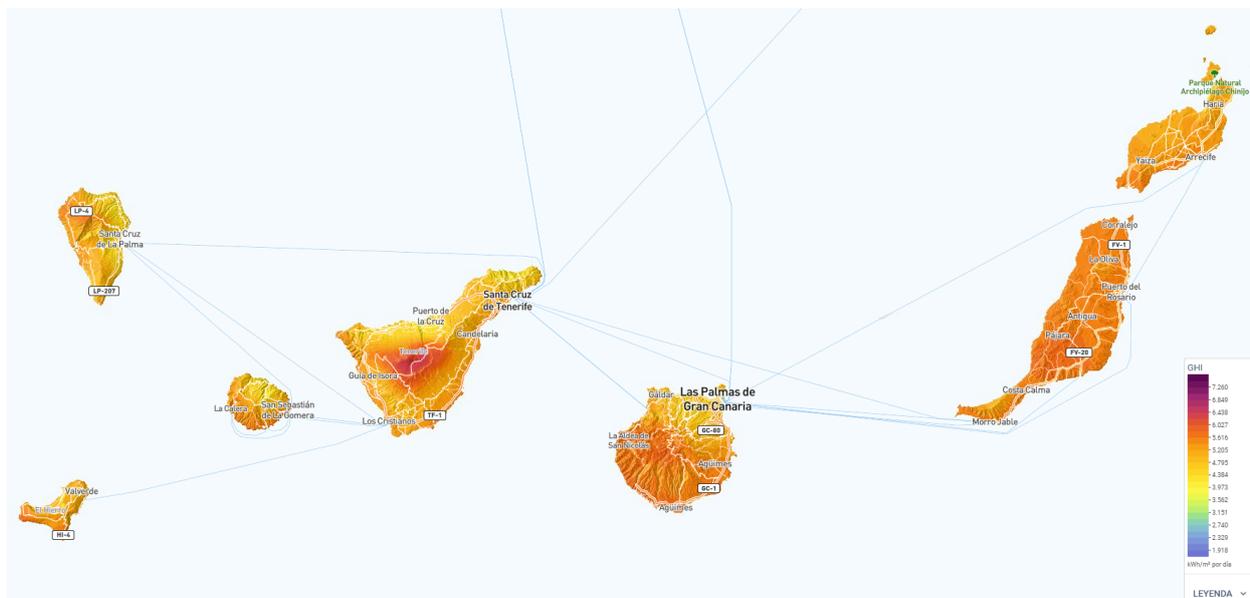


Figura 4: Representación del archipiélago Canario.



1.2. Mapa de irradiancia global horizontal (La Palma).

Aquí se puede apreciar con claridad que en el archipiélago Canario, concretamente en la zona de la isla de La Palma, goza de una óptima irradiancia global horizontal, en torno a un valor de $(4.575 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{dia})$ gracias a la gran cantidad de horas de sol existentes.



Figura 5: Isla de La Palma, archipiélago Canario.

1.3. Mapa de inclinación óptima de módulos fotovoltaicos (La Palma).

A la hora de instalar los paneles solares, es conveniente y totalmente necesario el disponer de una inclinación adecuada para los módulos del complejo. En La Palma, la inclinación óptima se encuentra en torno a unos (23°) consiguiendo la máxima eficacia.

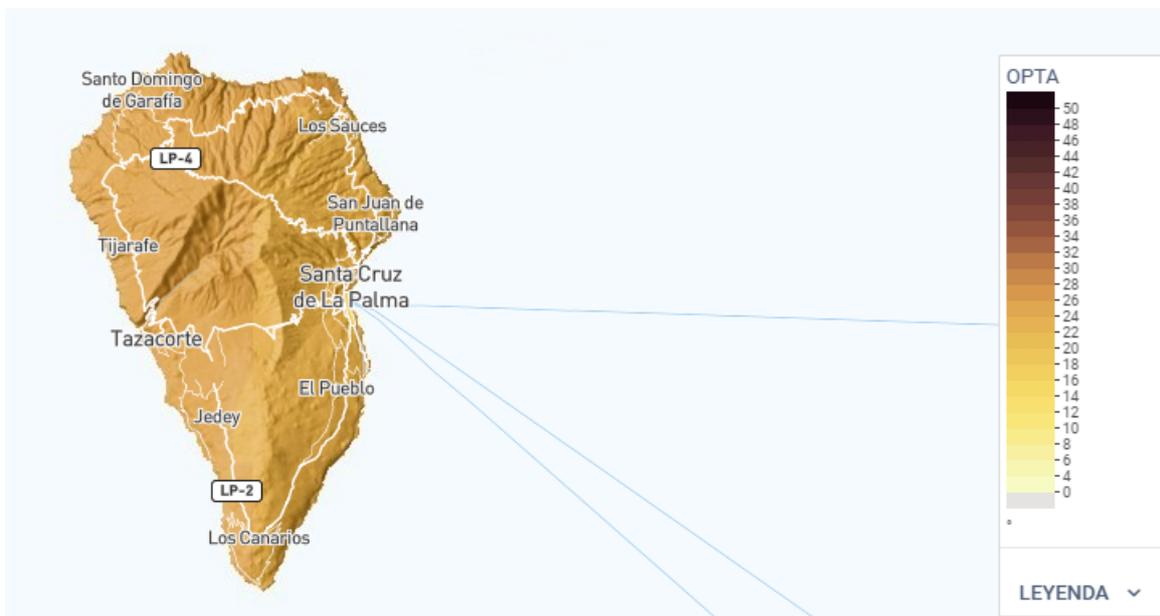


Figura 6: Isla de La Palma, archipiélago Canario.



2. Sistema de información geográfica fotovoltaica.

Antes de elegir la ubicación del emplazamiento, se debe realizar un estudio básico del territorio para averiguar si es factible el lugar seleccionado, viendo donde se instalarán los futuros módulos fotovoltaicos para así obtener conocimiento sobre si es viable la zona elegida y en caso contrario, cambiarla por otra.

Los datos se han obtenido gracias a la comisión europea, por medio del Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), herramienta que permite extraer los datos de irradiancia de cualquier localización del mundo.

2.1. Datos promedio diarios de irradiancia.

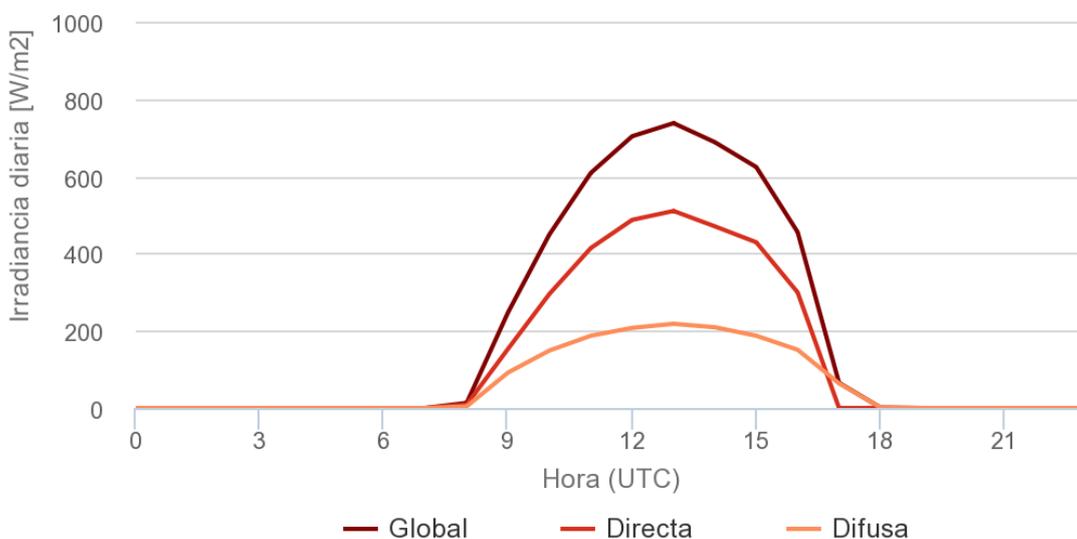


Figura 7: Mes de Diciembre en La Palma, más desfavorable (PVGIS-2023).

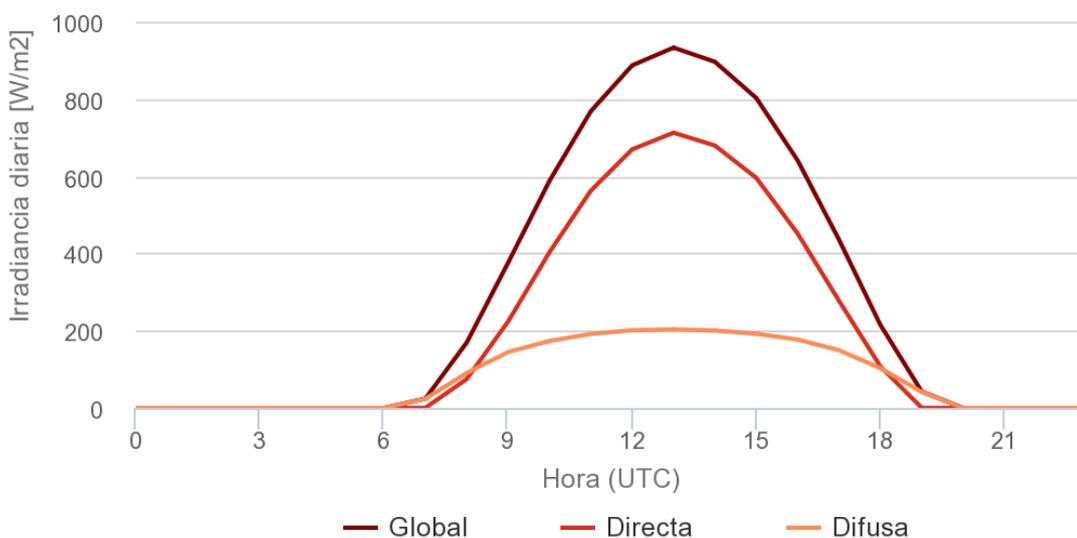


Figura 8: Mes de Julio en La Palma, más favorable (PVGIS-2023).



2.2. Irradiancia global horizontal.

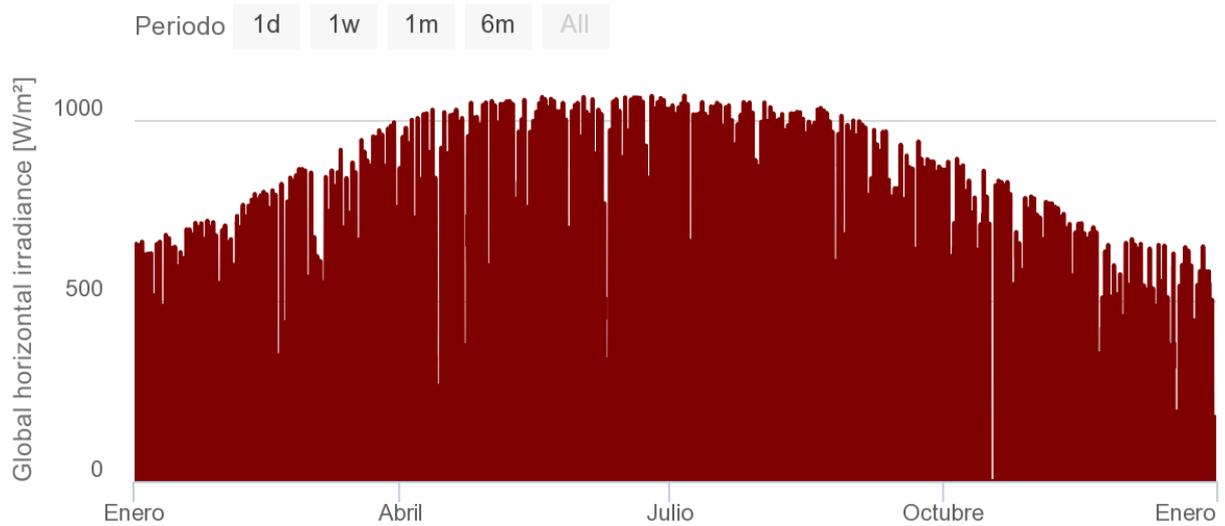


Figura 9: Año meteorológico típico en La Palma (PVGIS-2023).

2.3. Irradiancia directa normal.

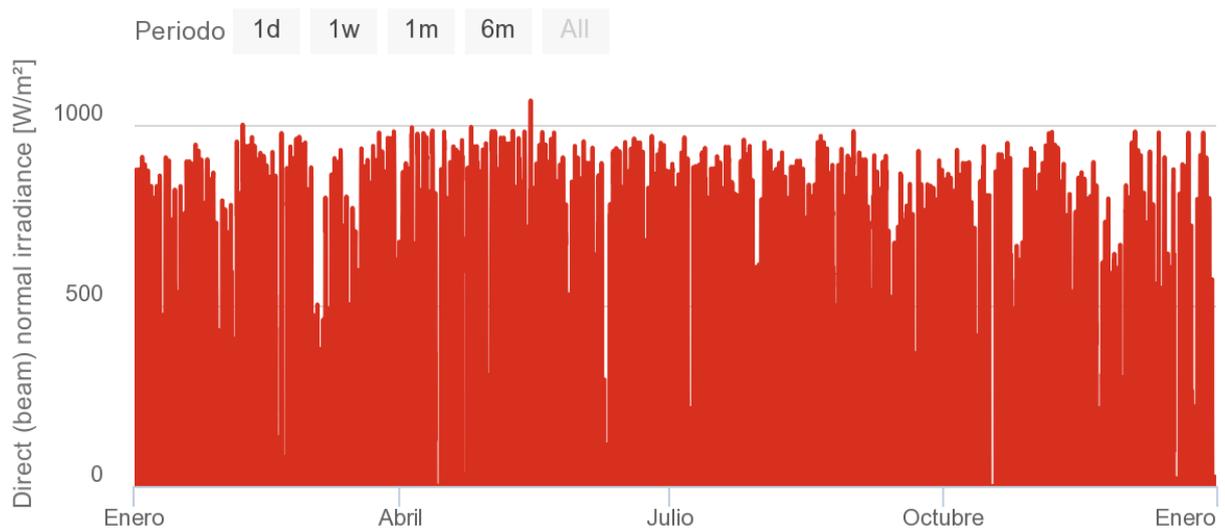


Figura 10: Año meteorológico típico en La Palma (PVGIS-2023).



2.4. Irradiancia difusa horizontal.

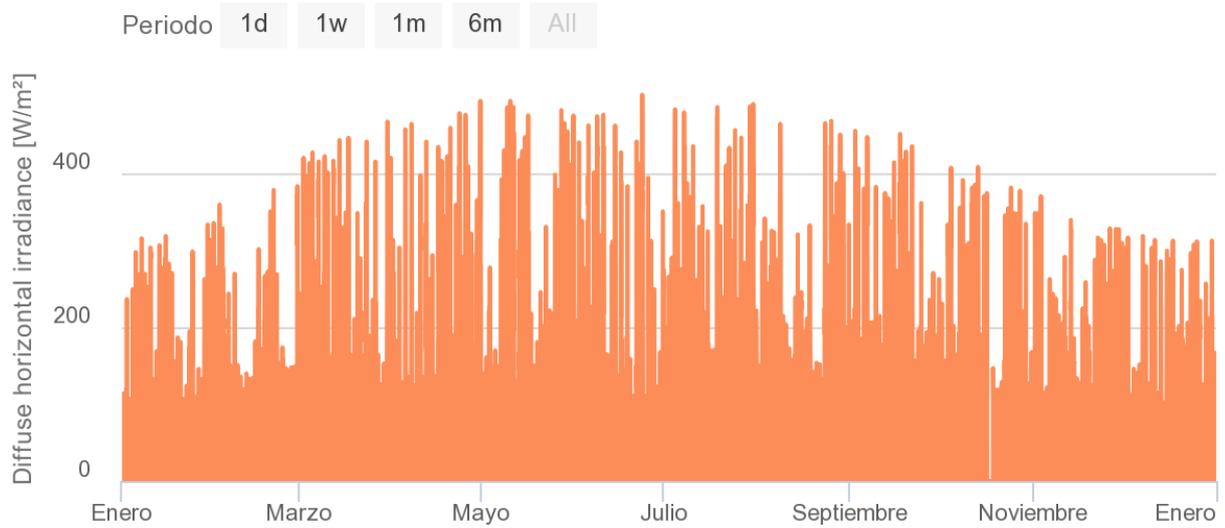


Figura 11: Año meteorológico típico en La Palma (PVGIS-2023).

2.5. Radiación infrarroja descendente.

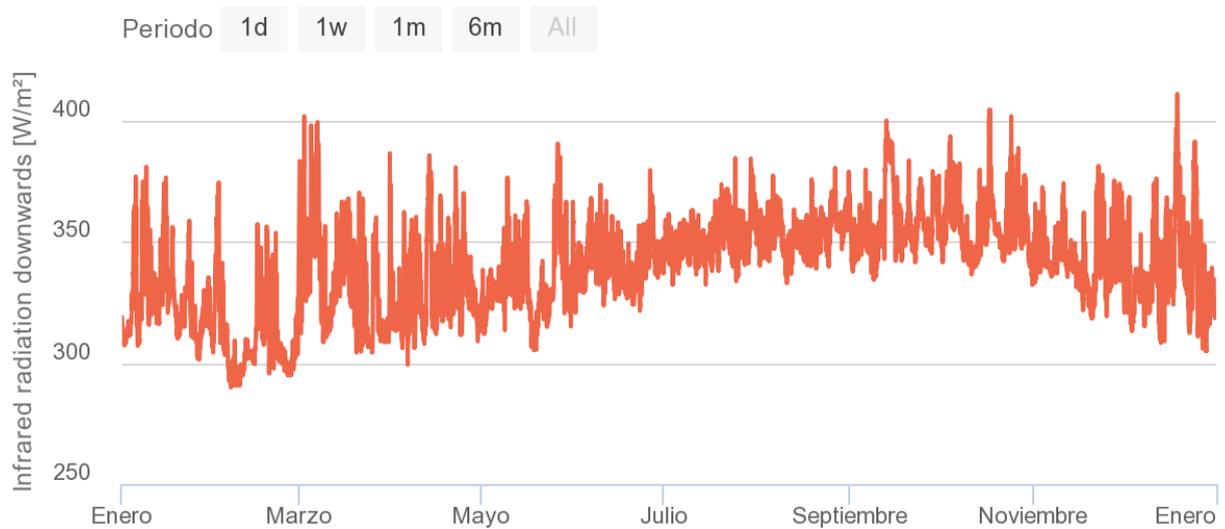


Figura 12: Año meteorológico típico en La Palma (PVGIS-2023).



2.6. Humedad relativa.

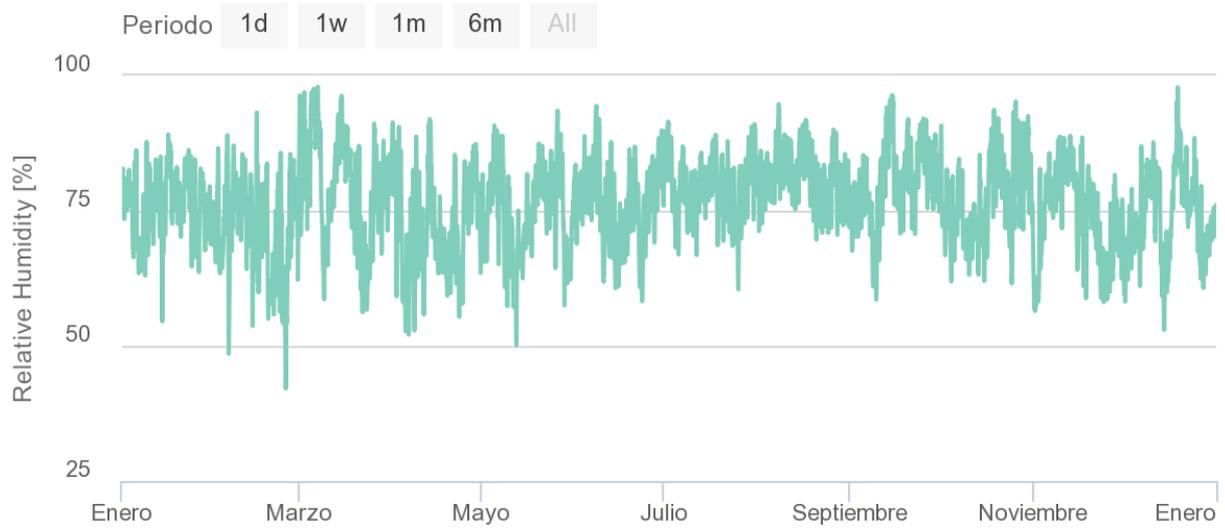


Figura 13: Año meteorológico típico en La Palma (PVGIS-2023).

2.7. Velocidad del viento.

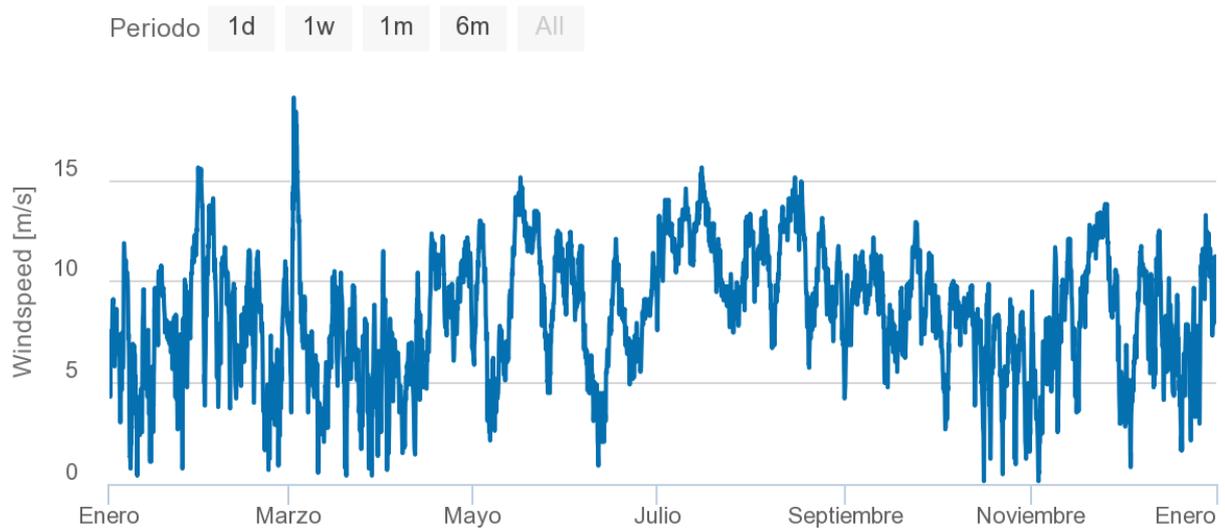


Figura 14: Año meteorológico típico en La Palma (PVGIS-2023).



3. Orientación e inclinación de módulos fotovoltaicos.

En el presente proyecto se distinguen 2 tipos de montaje para los paneles solares, los cuales aprovechan el espacio e intentan obtener la máxima eficacia de la instalación. Se diferencian con módulos montados en superficie horizontal y montados en superficie inclinada, éstos últimos ubicados en la cubierta del restaurante.

- Los módulos en plano horizontal se caracterizan por una inclinación de $23,5^\circ$ y con orientación de 0° respecto al sur.
- Los módulos en plano inclinado se caracterizan por una inclinación de $11,5^\circ$ y con orientación de 90° respecto al sur.

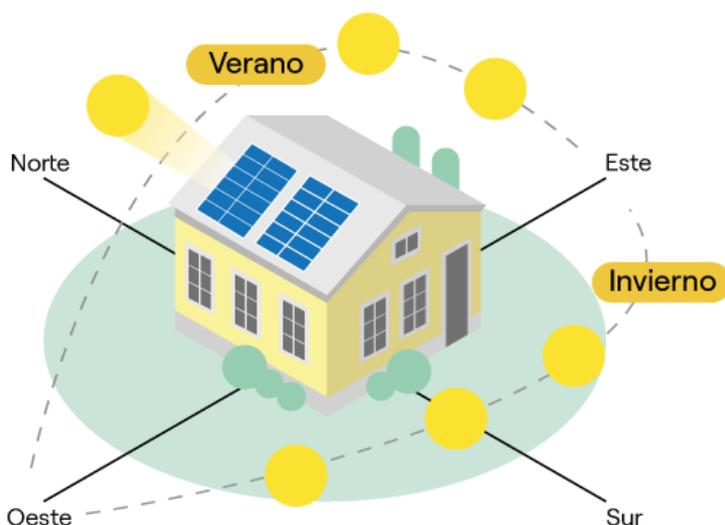


Figura 15: Trayectoria del ciclo solar en el plano celeste.

En España, la mejor orientación para los módulos fotovoltaicos son 0° respecto al sur ya que así es como se consigue obtener la mayor cantidad de horas de sol. En el caso de la inclinación, viene dada según la zona del territorio donde se ubiquen, puesto que se obtienen mediante la latitud y longitud (véase el Documento de Instalación Fotovoltaica).

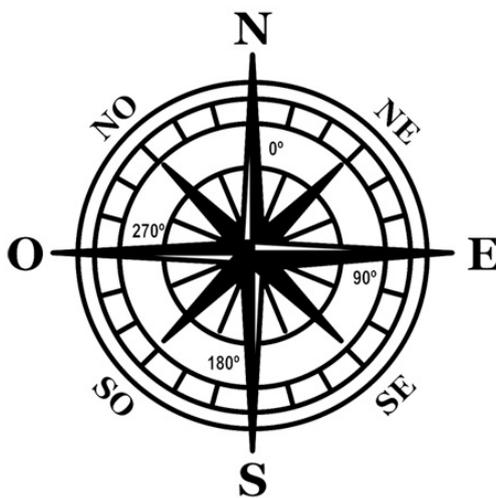


Figura 16: Representación de los puntos cardinales.



3.1. Orientación e inclinación del módulo en plano horizontal.

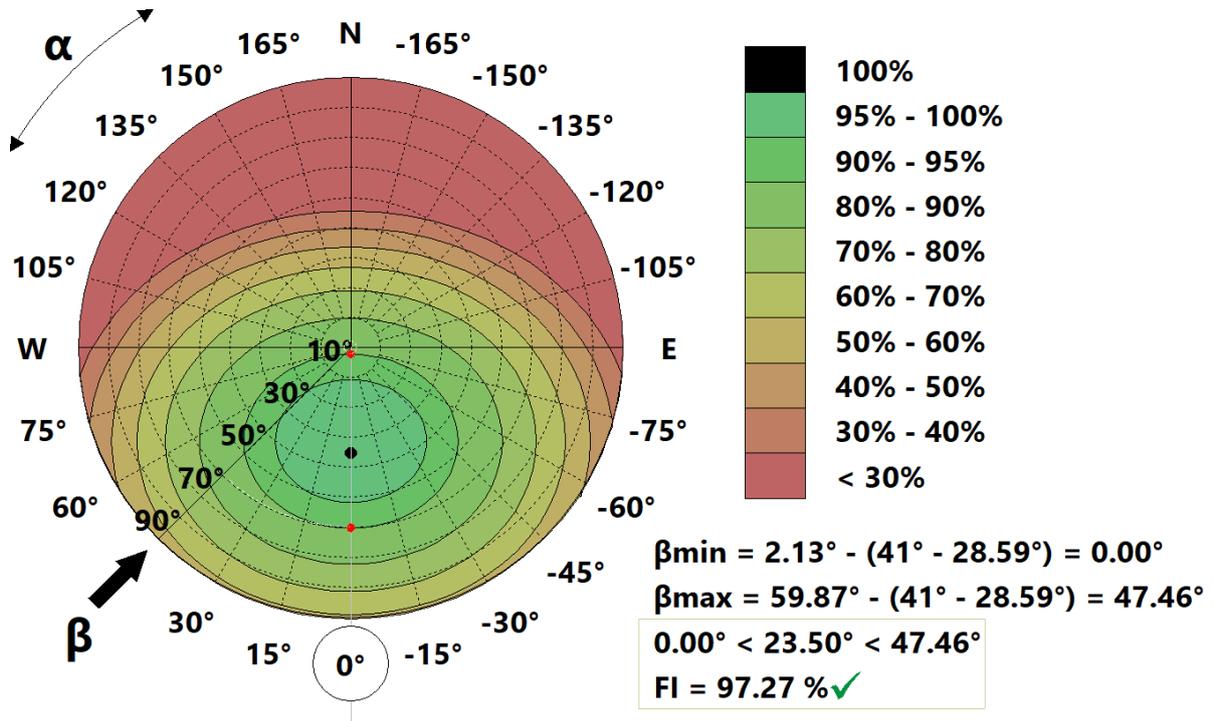


Figura 17: Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico.

3.2. Orientación e inclinación del módulo en plano inclinado.

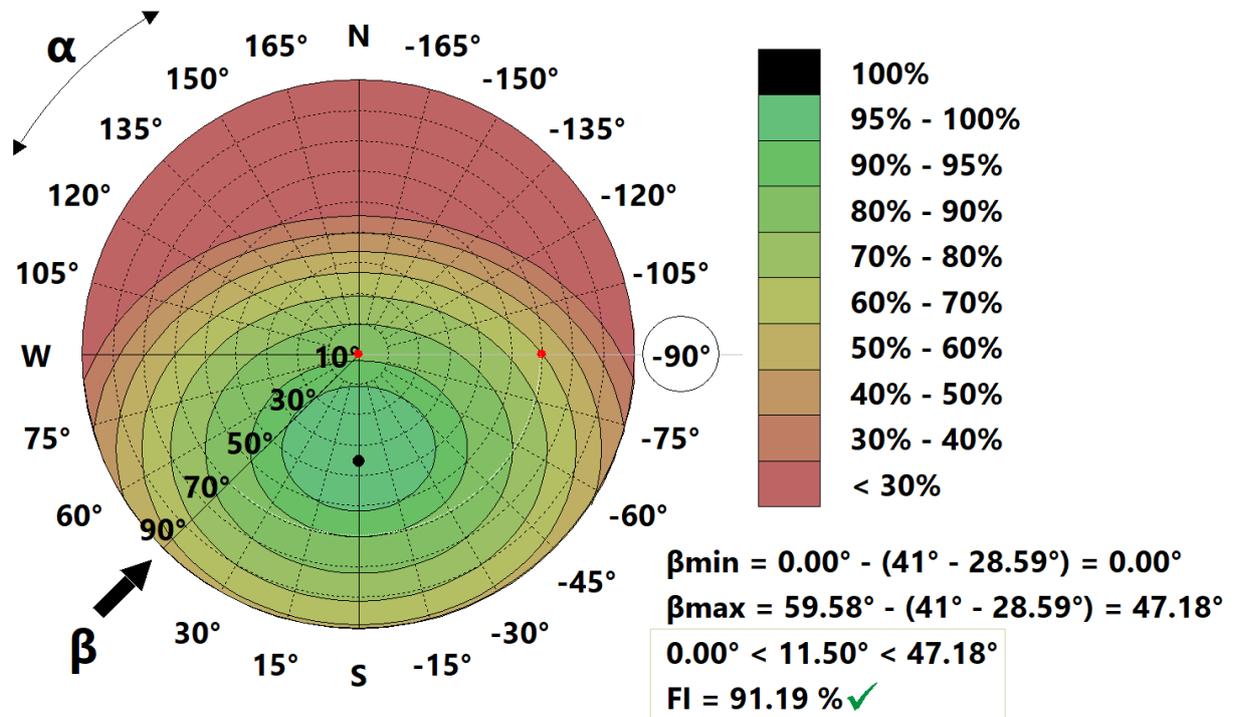


Figura 18: Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico.



3.3. Perfil de sombras del módulo en plano horizontal.

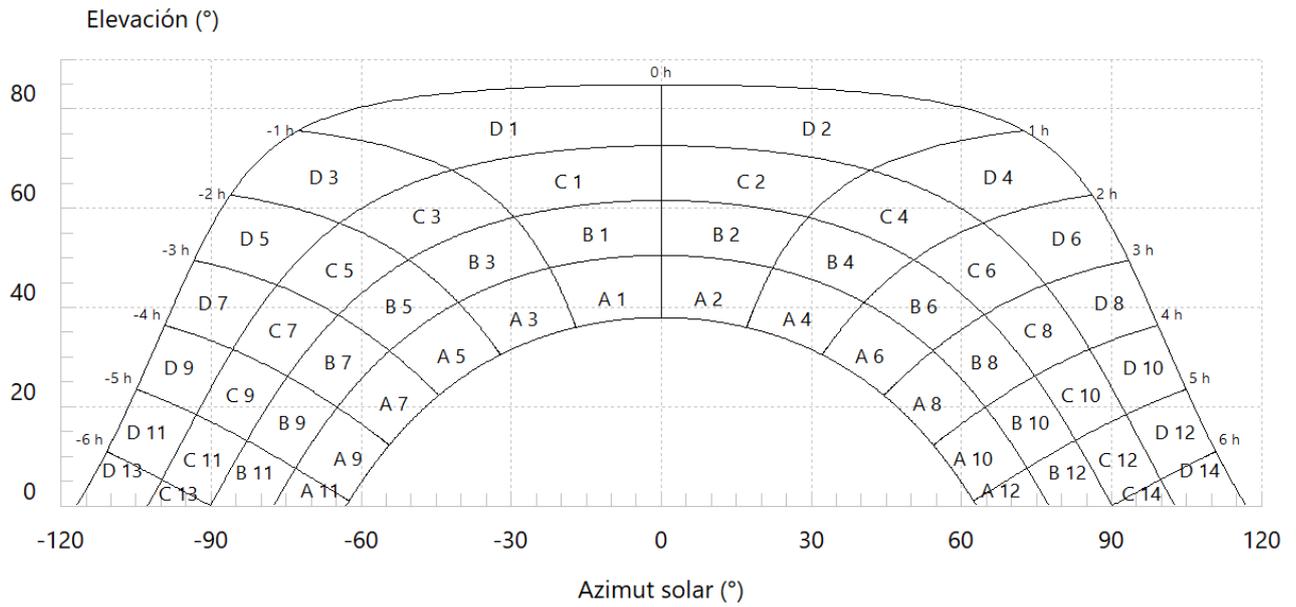


Figura 19: Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico.

3.4. Perfil de sombras del módulo en plano inclinado.

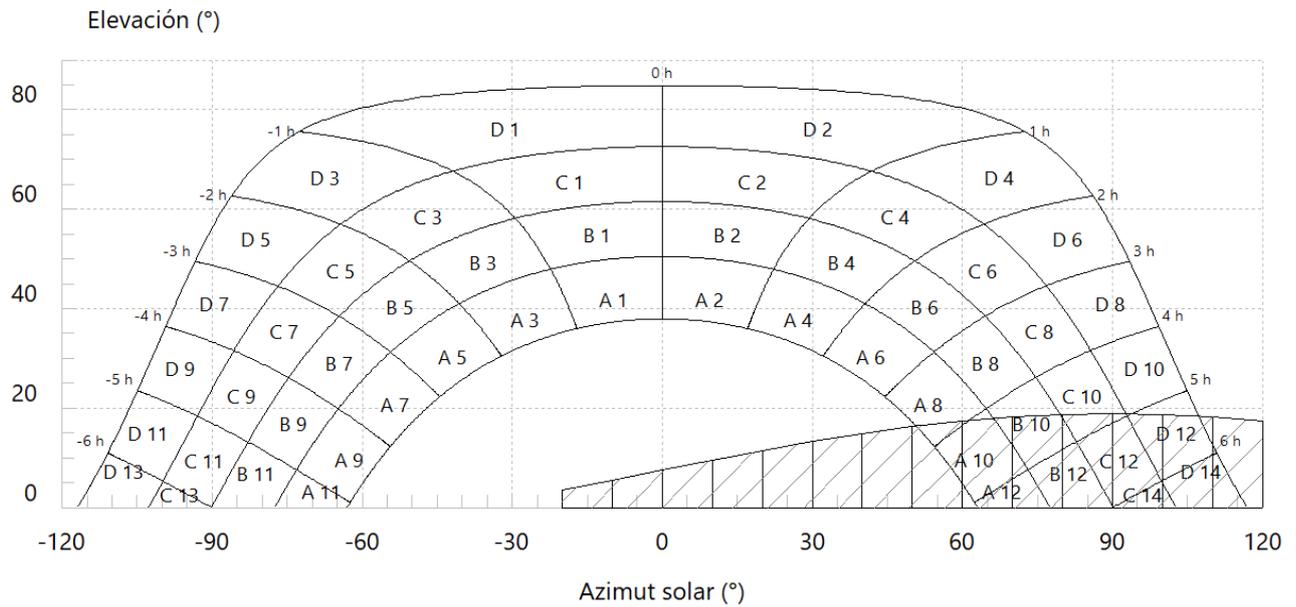


Figura 20: Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico.



4. Instalación de módulos fotovoltaicos.

A continuación, se mostrarán todos los módulos fotovoltaicos del presente proyecto, que suman un total de 348 paneles solares. Asimismo existen varias agrupaciones de paneles que hacen la representación de un sólo generador fotovoltaico que a su vez va dirigido al correspondiente inversor (véase el Documento de Instalación Fotovoltaica).

- **Cantidad de módulos (348 x 450 W):** Total de potencia instalada (156.600 W).



Figura 21: Agrupaciones destacadas de paneles solares.

4.1. Agrupación de módulos destacados.

Para simplificar, se ha elaborado un resumen de la instalación debido a que varias agrupaciones son exactamente iguales, tanto por el número de paneles como por ausencia de pérdidas por sombras a causa de edificaciones colindantes. Por ello, se van a destacar sólo los ejemplos que se diferencien en datos y especificaciones, dentro de las distintas agrupaciones de módulos del complejo.

- **Agrupación A (Amarillo):** Cantidad de paneles = 20 por inversor (4 Generadores).
 - **Agrupación B (Azul):** Cantidad de paneles = 22 por inversor (2 Generadores).
 - **Agrupación C (Verde):** Cantidad de paneles = 24 por inversor (8 Generadores).
 - **Agrupación D (Cyan):** Cantidad de paneles = 16 por inversor (2 Generadores).
- **Cantidad de inversores:** Podemos contabilizar un total de 16 (Centralita).



4.1.1. Instalación solar aislada de red.

Absolutamente la totalidad del complejo de este proyecto pertenece a una instalación aislada de la red eléctrica, por lo que, como se ve claramente en el siguiente esquema general, es necesario disponer de acumuladores y generadores auxiliares como son los grupos electrógenos, los cuales apoyan la falta de potencia suministrada por los módulos fotovoltaicos en caso de ser requerido.

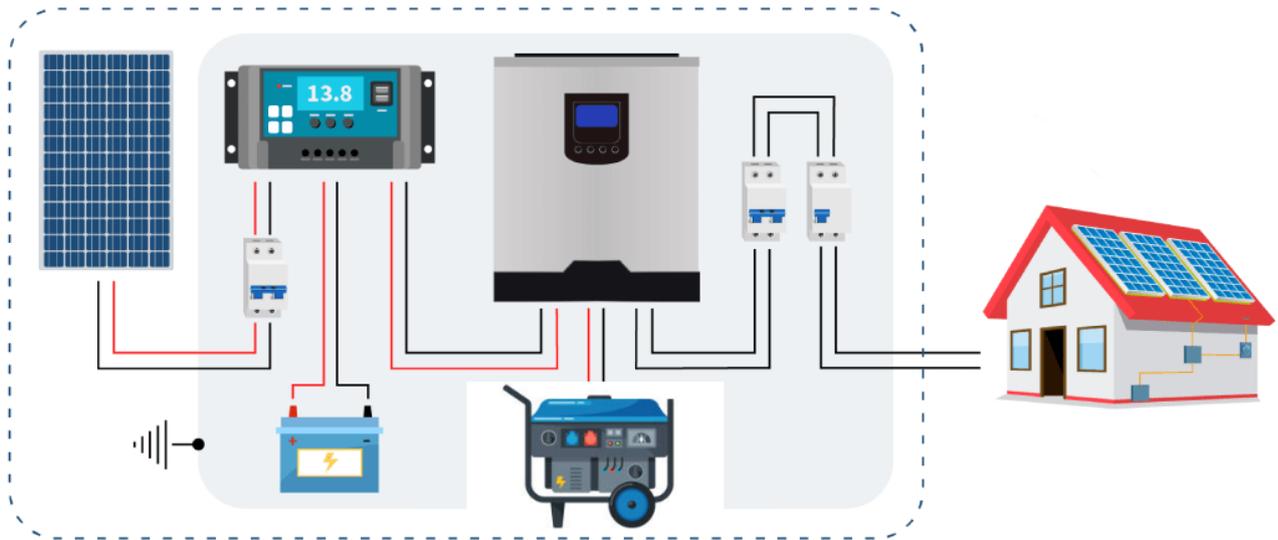


Figura 22: Esquema básico de instalación solar aislada de red.

4.2. Predimensionado energético.

Los siguientes datos mostrados en la tabla se han adquirido mediante la herramienta (PVGIS), la cual permite obtener el registro de irradiancia anual de la localización que se precise y concretamente para este proyecto, se ha elegido la isla de La Palma.

Tabla 1: Producción anual de energía solar en La Palma (PVGIS-2023).

Producción		
Mes	$G_{dm}(\alpha, \beta)$ [$kWh/m^2 \cdot dia$]	T_{amb} [$^{\circ}C$]
Enero	5,688	18,1
Febrero	7,198	18,0
Marzo	7,039	17,2
Abril	7,146	18,4
Mayo	8,106	19,4
Junio	8,205	20,7
Julio	8,522	20,8
Agosto	8,100	22,0
Septiembre	6,731	22,4
Octubre	6,154	21,6
Noviembre	5,553	20,2
Diciembre	4,904	17,8



Tabla 2: Previsión de consumo diario de la instalación.

Previsión de consumos				
Equipo	Uds	P/Ud	[h]	[Wh]
iQ500, Extractor Siemens, modelo LC98BIP50	32	165	1	5.280
iQ500, Frigorífico Siemens, modelo KG39E8XBA	32	90	24	69.120
iQ300, Placa de inducción Siemens, modelo EH631BDB1E	32	175	2	11.200
iQ300, Microondas integrable Siemens, modelo BE623LMB3	32	800	0,5	12.800
Velis Wifi, Termo eléctrico Ariston 100 L, modelo 3626329	32	1500	0,2	9.600
Lorenzo 600, Cocina y Horno, modelo EHB669C+EB4U	3	10.000	4	120.000
Lorenzo 600, Freidora eléctrica, modelo EFB669M	4	6.000	4	96.000
Lorenzo 600, Cuecepasta eléctrico, modelo ENB669P	2	8.250	4	66.000
Lorenzo 600, Plancha eléctrica, modelo EGB669PGG	2	8.000	4	64.000
EVC Series, Refrigerador, modelo KSF1400GT2	2	510	24	24.480
Hoods, Campana con motor, modelo WHIE207M	3	180	4	2.160
1303180, Lavavajillas Sannic, modelo AX-50	3	3.300	3	29.700
5120045, Horno microondas Sannic, modelo MO-1834	1	2.800	2	5.600
CV, Cafetera de espresso compacta, modelo KMCF2	1	2.500	6	15.000
Vitrina de conservación del calor, modelo WVNR646E	4	560	24	53.760
Vitrina refrigerada, modelo AGS203LND	1	145	24	3.480
Expositor refrigerado, modelo KUTKSE138	1	1.100	24	26.400
Primer, Lavadora industrial autoservicio, modelo LP-10	12	750	4	36.000
Primer, Secadora industrial autoservicio, modelo DP-10	12	370	4	17.760
PHILIPS, RC461B LED28S/BU840 PSD W30L120 VPC PIP	47	23	6	6.486
PHILIPS, RC461B LED34S/940 PSD W30L120 VPC PIP	10	24	6	1.440
PHILIPS, RC461B LED28S/BU840 PSD W60L60 VPC PIP	33	23	6	4.554
PHILIPS, RC461B LED34S/940 PSD W60L60 VPC PIP	6	24	6	864
PHILIPS, DN571B LED12S/840 DIA-VLC-E C WH	36	9,2	6	1.987,2
PHILIPS, DN571B LED20S/840 DIA-VLC-E C WH	192	14,8	6	17.049,6
Energía total demandada	700.72 kWh/día			

Anteriormente en la tabla, se ha realizado una previsión del consumo total diario en la instalación del complejo, viendo así la demanda de los equipos eléctricos y cuántas horas al día están operativos, aproximadamente.

En la gráfica que se presenta a continuación, se visualizan valores, tanto de energía producida como los de energía demandada de toda la instalación en el plazo anual. Se destaca un dato muy importante relacionado con la energía producida mostrada en la gráfica y es que concierne sólo a la que producen los módulos fotovoltaicos y no entran los generadores de apoyo, los cuales se precisan 2 en continua rotación diaria, para que así se vayan alternando de forma que se mantenga 1 operativo al día y el otro de auxiliar.

Más adelante se ha especificado la elección de un modelo de grupo electrógeno para complementar la falta de potencia suministrada mediante los módulos, debido a que en el siguiente Anexo obtenemos un valor mucho mayor de potencia instalada por medio del REBT (véase el Anexo de Instalación Eléctrica).



- **Diseño de instalación:** Para el mes más desfavorable (Diciembre).

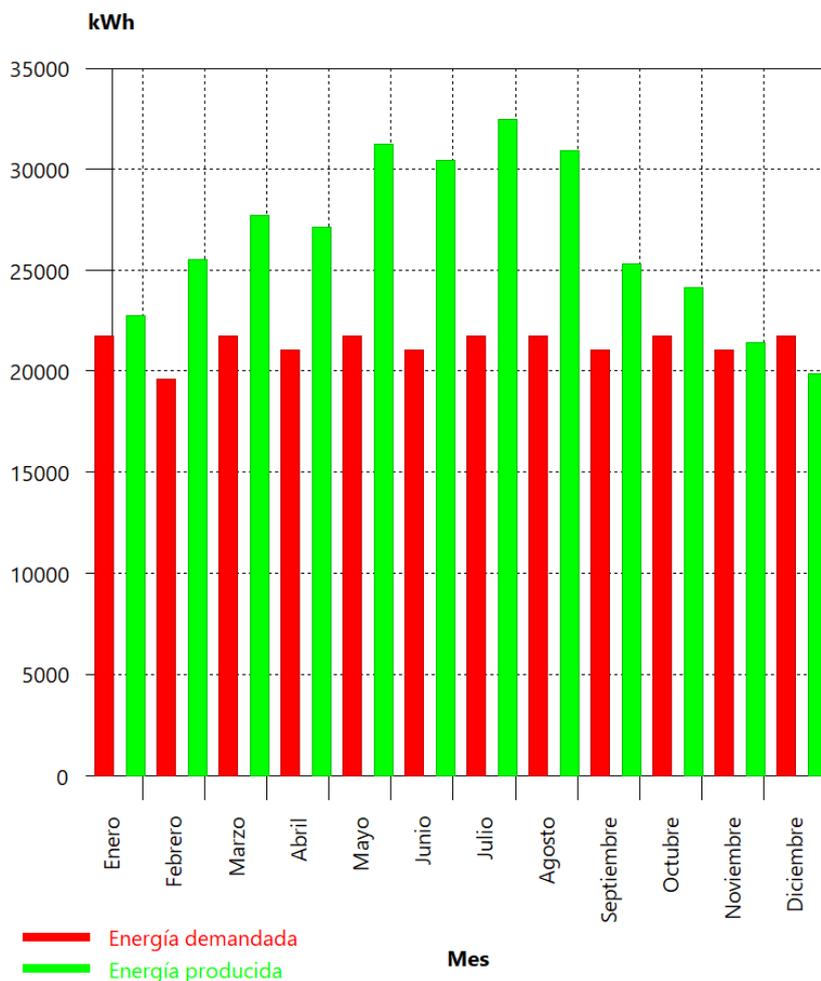


Figura 23: Producción anual de energía solar en la instalación.

- **Grupo electrógeno:** Capacidad de potencia suministrada (150 kVA).



Figura 24: CAT, Grupo electrógeno, modelo DE150 GC (50 Hz).





ANEXO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González**

1. Potencia prevista.

Tal y como se indica en la Memoria, el cálculo de la potencia prevista se hará eligiendo el máximo entre la potencia prevista en función de las dimensiones del establecimiento (de acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-10) y la potencia prevista en función de los circuitos interiores. En este capítulo se calculará la potencia prevista para el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica, además de considerar lo siguiente:

- En circuitos que presentan receptores tipo industriales se les aplica un coeficiente de 1,25 como factor de arranque y para alumbrado, no se les aplicará ningún tipo.

1.1. Relación de receptores.

1.1.1. Equipos.

En esta sección analizaremos la potencia total requerida de los equipos del complejo con su correspondiente factor de arranque (F) si se da el caso de maquinaria industrial.

Tabla 3: Relación de receptores, potencia unitaria, factor de arranque y potencia total.

Viviendas				
Equipo	Uds	P/Ud	F	P_T [W]
iQ500, Extractor Siemens, modelo LC98BIP50	32	165	1	5.280
iQ500, Frigorífico Siemens, modelo KG39E8XBA	32	90	1	2.880
iQ300, Placa de inducción Siemens, modelo EH631BDB1E	32	175	1	5.600
iQ300, Microondas integrable Siemens, modelo BE623LMB3	32	800	1	25.600
Velis Wifi, Termo eléctrico Ariston 100 L, modelo 3626329	32	1500	1	48.000
Total				87.360

Tabla 4: Relación de receptores, potencia unitaria, factor de arranque y potencia total.

Restaurante				
Equipo	Uds	P/Ud	F	P_T [W]
Lorenzo 600, Cocina y Horno, modelo EHB669C+EB4U	3	10.000	1,25	37.500
Lorenzo 600, Freidora eléctrica, modelo EFB669M	4	6.000	1,25	30.000
Lorenzo 600, Cuecepasta eléctrico, modelo ENB669P	2	8.250	1,25	20.625
Lorenzo 600, Plancha eléctrica, modelo EGB669PGG	2	8.000	1,25	20.000
EVC Series, Refrigerador, modelo KSF1400GT2	2	510	1,25	1.275
Hoods, Campana con motor, modelo WHIE207M	3	180	1,25	675
1303180, Lavavajillas Samic, modelo AX-50	3	3.300	1,25	12.375
5120045, Horno microondas Samic, modelo MO-1834	1	2.800	1,25	3.500
CV, Cafetera de espresso compacta, modelo KMCF2	1	2.500	1,25	3.125
Vitrina de conservación del calor, modelo WVN646E	4	560	1,25	2.800
Vitrina refrigerada, modelo AGS203LND	1	145	1,25	181,25
Expositor refrigerado, modelo KUTKSE138	1	1.100	1,25	1375
Total				133.431,3



Tanto los receptores anteriores como posteriores, (véase las tablas 4 y 5), será aplicado, dado que incorporan un motor eléctrico en su interior, un factor de arranque debido a las intensidades punta que se producen en el arranque de motores. Según lo recogido en la ITC-BT-47, a efectos de la intensidad de arranque, considérese un factor de 1,25.

Tabla 5: Relación de receptores, potencia unitaria, factor de arranque y potencia total.

Lavandería				
Equipo	Uds	P/Ud	F	P_T [W]
Primer, Lavadora industrial autoservicio, modelo LP-10	12	750	1,25	11.250
Primer, Secadora industrial autoservicio, modelo DP-10	12	370	1,25	5.550
Total				16.800

1.1.2. Alumbrado.

De acuerdo con las referencias obtenidas en el programa *CYPELUX*, se muestran en la siguiente tabla las potencias previstas para las diferentes luminarias de alumbrado.

Tabla 6: Relación de receptores de alumbrado, potencia unitaria y potencia total.

Luminaria	Uds	P/Ud	P_T [W]
PHILIPS, RC461B LED28S/BU840 PSD W30L120 VPC PIP	47	23	1.081
PHILIPS, RC461B LED34S/940 PSD W30L120 VPC PIP	10	24	240
PHILIPS, RC461B LED28S/BU840 PSD W60L60 VPC PIP	33	23	759
PHILIPS, RC461B LED34S/940 PSD W60L60 VPC PIP	6	24	144
PHILIPS, DN571B LED12S/840 DIA-VLC-E C WH	36	9,2	331,2
PHILIPS, DN571B LED20S/840 DIA-VLC-E C WH	192	14,8	2.841,6
Total			5.396,8

De manera análoga a los receptores de equipos industriales, se tiene en cuenta el factor multiplicativo para la intensidad de arranque. En esta ocasión, al tratarse de luminarias LED, no se considerará ningún coeficiente para receptores de alumbrado interior.

1.1.3. Alumbrado de emergencia.

Nuevamente se ha utilizado el programa *CYPELUX*, donde se muestran las potencias previstas para las diferentes luminarias de emergencia. Al igual que el apartado anterior, no se aplicará ningún coeficiente para receptores de alumbrado tipo LED.

Saber que no se considerarán en los cálculos relacionados con la potencia puesto que están provistas de baterías y por tanto no forman parte de ningún tipo de circuito.

Tabla 7: Relación de receptores de alumbrado de emergencia, potencia unitaria y potencia total.

Luminaria	Uds	P/Ud	P_T [W]
NICELUX, Luz LED con batería recargable, modelo LD1017075	22	3	66



1.1.4. Tomas de corriente.

Se ha tomado en cuenta la superficie de los distintos habitáculos que componen los establecimientos, según la normativa recogida en el REBT de la ITC-BT-25. Aún así, hay excepciones por la complejidad o rareza del recinto estudiado, como es el caso de algunas viviendas, donde en un mismo espacio aparecen: la cocina, el dormitorio y el comedor. Por ello se deja a libre elección de diseño del ingeniero proyectista.

Tabla 8: Relación del número de tomas de corriente, según el establecimiento.

Establecimiento	C2	C3	C4	C5	C10
Vivienda A	12	1	1	4	-
Vivienda B	6	1	1	4	-
8 Viviendas A	96	8	8	32	-
24 Viviendas B	144	24	24	96	-
Restaurante	14	11	3	5	-
Lavandería	3	-	12	-	12
Centro psicológico	4	-	-	-	-
Centralita	3	-	-	-	-
Total	264	43	47	133	12

En la siguiente tabla, se determina la potencia prevista para las tomas de corriente, considerando el factor de simultaneidad (C_{sim}), el factor de utilización (C_{uso}) y potencia prevista por toma de 3.450 W ó 5.400 W dependiendo del receptor.

Tabla 9: Relación de tomas de corriente, potencia unitaria y potencia total.

Circuito	Equipo	Uds	P/Ud	C_{sim}	C_{uso}	P_T [W]
C2	Base 16 A, 2p+T	264	3.450	0,2	0,25	45.540
C3	Base 25 A, 2p+T	43	5.400	0,5	0,75	87.075
C4	Base 20 A, 2p+T	47	3.450	0,66	0,75	80.264,25
C5	Base 16 A, 2p+T	133	3.450	0,4	0,5	91.770
C10	Base 20 A, 2p+T	12	3.450	1	0,75	31.050

1.1.5. Potencia total.

De acuerdo con las potencias previstas totales para los receptores ya mencionados, se determina la potencia total de la instalación eléctrica en la siguiente tabla. Dado que la previsión de potencia por toma es mayor, se suprime la potencia de equipos.

Tabla 10: Potencia total prevista del complejo.

Receptor	P_T [W]
Equipos	237.591,3
Alumbrado	5.396,8
Tomas de corriente	335.699,25
Total	341.096,1



1.2. Circuitos interiores.

En este apartado se definen los circuitos interiores que componen las instalaciones del complejo. Para ello, se consideran los coeficientes especificados del apartado de relación de receptores, según lo recogido en las correspondientes ITC del REBT. A continuación, se muestran los valores de potencia instalada en los distintos circuitos y subcuadros.

Para la realización de cálculos de la intensidad máxima circulante (I_b) se hará uso de las expresiones 1 (si el circuito es trifásico) ó 2 (en caso de ser un circuito monofásico).

1.2.1. Cuadro general de mando y protección.

En esta sección, irán alojados los circuitos más relevantes de las distintas instalaciones interiores. Los circuitos de alumbrado están definidos inicialmente como (C1) al tratarse de luminarias. Los circuitos asignados como (C2, C3, C4, C5, C10) serán para tomas de corriente y para cuadros secundarios, siguen la nomenclatura (CS).

Tabla 11: Relación de circuitos del cuadro general 1.

CGMP 1	Vivienda A					
Circuito	Denominación	Uds	Tensión [V]	FP	Potencia [W]	I_b [A]
C1.1	Iluminación	14	230	0,9	217,6	1,05
C2.1	Uso general/Frigorífico	12	230	0,9	2.070	10
C3.1	Cocina/Horno	1	230	0,9	2.025	9,78
C4.1	Termo eléctrico	1	230	0,9	1.707,75	8,25
C5.1	Baño/Auxiliar cocina	4	230	0,9	2.760	13,33
Total					8.780,4	

Tabla 12: Relación de circuitos del cuadro general 2.

CGMP 2	Vivienda B					
Circuito	Denominación	Uds	Tensión [V]	FP	Potencia [W]	I_b [A]
C1.2	Iluminación	6	230	0,9	88,8	0,43
C2.2	Uso general/Frigorífico	6	230	0,9	1.035	5
C3.2	Cocina/Horno	1	230	0,9	2.025	9,78
C4.2	Termo eléctrico	1	230	0,9	1.707,75	8,25
C5.2	Baño/Auxiliar cocina	4	230	0,9	2.760	13,33
Total					7.616,6	

Tabla 13: Relación de circuitos del cuadro general 3.

CGMP 3	Centralita					
Circuito	Denominación	Uds	Tensión [V]	FP	Potencia [W]	I_b [A]
C1.3	Iluminación	10	230	0,9	240	1,16
C2.3	Uso general	3	230	0,9	517,5	2,5
Total					757,5	



Tabla 14: Relación de circuitos del cuadro general 4.

CGMP 4	Restaurante					
Circuito	Denominación	Uds	Tensión [V]	FP	Potencia [W]	I_b [A]
C1.4.1	Comedor, zona 1	12	230	0,9	276	1,33
C1.4.2	Comedor, zona 2	9	230	0,9	207	1
C1.4.3	Pasillo	15	230	0,9	345	1,67
C1.4.4	Aseos	4	230	0,9	36,8	0,18
C2.4	Uso general/Vitrinas	9	230	0,9	1.552,5	7,5
C5.4	Baños	2	230	0,9	1.380	6,67
CS1	Subcuadro 1	1	400	0,9	30.468,8	48,86
Total					34.266,1	

Tabla 15: Relación de circuitos del cuadro general 5.

CGMP 5	Lavandería de autoservicio					
Circuito	Denominación	Uds	Tensión [V]	FP	Potencia [W]	I_b [A]
C1.5	Iluminación	6	230	0,9	138	0,67
C2.5	Uso general	3	230	0,9	517,5	2,5
C4.5	Lavadoras	12	400	0,9	20.493	32,87
C10.5	Secadoras	12	400	0,9	31.050	49,8
Total					52.198,5	

Tabla 16: Relación de circuitos del cuadro general 6.

CGMP 6	Consulta de psicología					
Circuito	Denominación	Uds	Tensión [V]	FP	Potencia [W]	I_b [A]
C1.6	Iluminación	3	230	0,9	72	0,35
C2.6	Uso general	2	230	0,9	345	1,67
Total					417	

El factor de potencia (FP), es utilizado para calcular la intensidad máxima admisible. Dependiendo del tipo de receptor se empleará un FP específico, las luminarias elegidas para este proyecto serán de 0.90 como está recogido en la ITC-BT-09, aún siendo LED.

Además, debe constar que, tanto los cuadros generales de mando y protección 1 y 2 que pertenecen a las viviendas así como el 6 correspondiente al centro psicológico, son varios y por tanto, la potencia señalada previamente en las tablas es sólo de 1 CGMP.

- **Viviendas A:** Cantidad de CGMP 1 = 8.
- **Viviendas B:** Cantidad de CGMP 2 = 24.
- **Centro psicológico:** Cantidad de CGMP 6 = 2.

Atendiendo lo mostrado, se establece la relación de los circuitos del CGMP, además de la tensión de alimentación y la potencia prevista que presenta cada uno de ellos.



1.2.2. Cuadro secundario.

Este cuadro garantiza el correcto funcionamiento de los receptores que se encargan de la preparación de los alimentos de la cocina del restaurante.

Visualizando la siguiente tabla, se establece la relación de los circuitos alojados en el subcuadro 1, además de la tensión de alimentación y la potencia prevista que presenta cada uno de ellos.

Tabla 17: Relación de circuitos del subcuadro 1.

CS 1	Cocina					
Circuito	Denominación	Uds	Tensión [V]	FP	Potencia [W]	I_b [A]
C1.1	Iluminación	6	230	0,9	138	0,67
C2.1	Uso general/Frigorífico	5	230	0,9	862,5	4,17
C3.1	Cocina/Horno	11	400	0,9	22.275	35,72
C4.1	Lavavajillas	3	230	0,9	5.123,25	24,75
C5.1	Plano de trabajo	3	230	0,9	2.070	10
Total					30.468,8	

1.3. Equilibrado de cargas.

Al tratarse de una instalación trifásica, se debe garantizar el equilibrado de cargas, por lo que se han distribuido los receptores entre las diferentes fases. A continuación, se muestran las siguientes tablas con la distribución de fases entre los circuitos interiores de la instalación eléctrica.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

1.3.1. Cuadro general de mando y protección.

Tabla 18: Equilibrado de cargas en los circuitos del cuadro general 4.

CGMP 4	Restaurante		
Circuito	Fase R [W]	Fase S [W]	Fase T [W]
C1.4.1	276	-	-
C1.4.2	207	-	-
C1.4.3	345	-	-
C1.4.4	36,8	-	-
C2.4	1.552,5	-	-
C5.4	-	-	1.380
CS1	8.425,5	12.548,3	9.495
Total	10.842,8	12.548,3	10.875



Tabla 19: Equilibrado de cargas en los circuitos del cuadro general 5.

CGMP 5	Lavandería de autoservicio		
Circuito	Fase R [W]	Fase S [W]	Fase T [W]
C1.5	138	-	-
C2.5	-	517,5	-
C4.5	6.831	6.831	6.831
C10.5	10.350	10.350	10.350
Total	17.319	17.698,5	17.181

1.3.2. Cuadro secundario.

Tabla 20: Equilibrado de cargas en los circuitos del subcuadro 1.

CS 1	Cocina		
Circuito	Fase R [W]	Fase S [W]	Fase T [W]
C1.1	138	-	-
C2.1	862,5	-	-
C3.1	7425	7425	7425
C4.1	-	5.123,25	-
C5.1	-	-	2.070
Total	8.425,5	12.548,3	9.495

2. Cableado y canalizaciones.

La elección de los cables se hará de acuerdo con los diferentes tipos de instalación existentes, considerando las secciones y medidas de los tubos protectores, se encontrarán en la tabla 2 de la ITC-BT-21. De esta forma, se permite un fácil alojamiento y extracción de los cables. Se consideran los siguientes tipos de instalación:

- **A1:** Conductores aislados dentro de tubo en una pared térmicamente aislante.
- **A2:** Cable multiconductor dentro de tubo en una pared térmicamente aislante.
- **B1:** Conductores aislados dentro de tubo sobre una pared.
- **B2:** Cable multiconductor dentro de tubo sobre una pared.

Una vez han sido seleccionados los tipos de instalación para los circuitos interiores y obtenidas las intensidades máximas circulantes a partir de las fórmulas 1 y 2, se acude a la tabla C.52.1 bis del Anexo C de la norma UNE-HD60364-5-52, con la que se obtienen las intensidades máximas que admiten los cables.

Asimismo, para determinar la sección mínima de la canalización se considera el tipo de aislamiento y el número de conductores que presenta el cable, que serán indicados en las siguientes tablas. Es importante recordar que (I_b) es la intensidad máxima circulante, (I_Z) la intensidad máxima admisible para el conductor.



2.1. Línea general de alimentación (LGA).

Se consideran un total de 3 LGA para el complejo, que parten del embarrado general, donde van conectadas las líneas de los 16 inversores hasta el embarrado secundario, el cuál se destina a las derivaciones individuales junto a los contadores de las viviendas.

Las 3 LGA son exactamente iguales debido a que la máxima potencia permitida son 150 kW, pero 2 de ellas forman parte de los 2 generadores o grupos electrógenos y la 3 pertenece a los 16 inversores de la instalación fotovoltaica.

Tabla 21: Cableado y canalizaciones utilizados en la línea general de alimentación.

Centralita								
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
LGA	B1	ES07Z1-K (AS) 5G120	XLPE3	240,56	272	79,1	120	160

2.2. Derivaciones individuales (DI).

Recordemos que las viviendas están localizadas en 2 bloques, cada bloque con un total de 4 viviendas tipo A y 12 viviendas tipo B. Se dispondrá de una derivación individual por vivienda, y se mostrarán tanto el tipo A como el B en las siguientes tablas.

Tabla 22: Cableado y canalizaciones utilizados en la derivación individual.

Vivienda A								
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
DI	B1	ES07Z1-K (AS) 3G35	XLPE2	42,42	68	59,5	35	40

Tabla 23: Cableado y canalizaciones utilizados en la derivación individual.

Vivienda B								
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
DI	B1	ES07Z1-K (AS) 3G35	XLPE2	36,8	49	50,7	35	40

Tabla 24: Cableado y canalizaciones utilizados en la derivación individual.

Centralita								
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
DI	B1	ES07Z1-K (AS) 3G6	XLPE2	3,66	49	40,3	6	25



Tabla 25: Cableado y canalizaciones utilizados en la derivación individual.

Restaurante								
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
DI	B1	ES07Z1-K (AS) 5G16	XLPE3	54,95	77	65,5	16	40

Tabla 26: Cableado y canalizaciones utilizados en la derivación individual.

Lavandería de autoservicio								
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
DI	B1	ES07Z1-K (AS) 5G35	XLPE3	83,71	124	62,8	35	50

Tabla 27: Cableado y canalizaciones utilizados en la derivación individual.

Centro de psicología								
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
DI	B1	ES07Z1-K (AS) 3G6	XLPE2	4,03	49	40,3	6	25

2.3. Cuadro general de mando y protección (CGMP).

Tabla 28: Cableado y canalizaciones utilizados en los circuitos del cuadro general 1.

CGMP 1	Vivienda A							
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
C1.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,05	17,5	40,2	1,5	16
C2.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	10	24	48,7	2,5	20
C3.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G4	XLPE2	9,78	32	44,7	4	20
C4.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	8,25	24	45,9	2,5	20
C5.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	13,33	24	55,4	2,5	20



Tabla 29: Cableado y canalizaciones utilizados en los circuitos del cuadro general 2.

CGMP 2	Vivienda B							
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
C1.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	0,43	17,5	40	1,5	16
C2.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	5	24	42,2	2,5	20
C3.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G4	XLPE2	9,78	32	44,7	4	20
C4.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	8,25	24	45,9	2,5	20
C5.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	13,33	24	55,4	2,5	20

Tabla 30: Cableado y canalizaciones utilizados en los circuitos del cuadro general 3.

CGMP 3	Centralita							
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
C1.3	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,16	17,5	40,2	1,5	16
C2.3	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	24	40,5	2,5	20

Tabla 31: Cableado y canalizaciones utilizados en los circuitos del cuadro general 4.

CGMP 4	Restaurante							
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
C1.4.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,33	17,5	40,3	1,5	16
C1.4.2	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1	17,5	40,2	1,5	16
C1.4.3	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	1,67	17,5	40,5	1,5	16
C1.4.4	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	0,18	17,5	40	1,5	16
C2.4	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	7,5	24	44,9	2,5	20
C5.4	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	6,67	24	43,9	2,5	20
CS1	B1	ES07Z1-K (AS) 5G16	XLPE3	48,86	77	60,1	16	40



Tabla 32: Cableado y canalizaciones utilizados en los circuitos del cuadro general 5.

CGMP 5	Lavandería de autoservicio							
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
C1.5	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	0,67	17,5	40,1	1,5	16
C2.5	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	2,5	24	40,5	2,5	20
C4.5	B1	ES07Z1-K (AS) 5G10	XLPE3	32,87	57	56,6	10	32
C10.5	B1	ES07Z1-K (AS) 5G16	XLPE3	49,8	77	60,9	16	40

Tabla 33: Cableado y canalizaciones utilizados en los circuitos del cuadro general 6.

CGMP 6	Consulta de psicología							
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
C1.6	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	0,35	17,5	40	1,5	16
C2.6	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	1,67	24	40,2	2,5	20

2.4. Cuadro secundario (CS).

Tabla 34: Cableado y canalizaciones utilizados en los circuitos del subcuadro 1.

CS 1	Cocina							
Circuito	Instalación	Cable	Aislante	I_b [A]	I_Z [A]	T [°C]	Sección [mm ²]	ØTubo [mm]
C1.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G1,5	XLPE2	0,67	17,5	40,1	1,5	16
C2.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	4,17	24	41,5	2,5	20
C3.1	B1	ES07Z1-K (AS) 5G10	XLPE3	35,72	57	59,6	10	32
C4.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G6	XLPE2	24,75	41	58,2	6	25
C5.1	B2	ES07Z1-K (AS) 3G2,5	XLPE2	10	24	48,7	2,5	20



3. Caídas de tensión.

Como requisito previo de diseño, se determinará la sección de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea un 3 % para cualquier circuito interior de viviendas y para otras instalaciones interiores, el alumbrado es 3 % y un 5 % en los demás usos. Han sido empleadas en la realización de los cálculos las fórmulas 3 (circuito trifásico) y 4 (circuito monofásico).

El valor de la caída de tensión se compensará entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites. En cuanto a la derivación individual, en caso de suministrar a un único usuario, el valor límite será de 1,5 % y de 1 % para centralización de contadores.

A continuación, en las derivaciones individuales, concretamente en las viviendas, se analiza la longitud de la distancia desde el embarrado donde llegan las LGA provenientes de los paneles fotovoltaicos hasta el punto más alejado, que se traduce en la vivienda a mayor distancia, sólo se representará un ejemplo de cada tipo de vivienda, para así ahorrar recursos y requerir del mismo tipo de sección para las viviendas restantes.

3.1. Línea general de alimentación.

Tabla 35: Caída de tensión en la línea general de alimentación.

Centralita						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
LGA	45,44	150.000	400	10	120	0,17

3.2. Derivaciones individuales.

Tabla 36: Caída de tensión en la derivación individual.

Vivienda A						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
DI	48,47	8.780,4	230	48	35	0,94

Tabla 37: Caída de tensión en la derivación individual.

Vivienda B						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
DI	49,96	7.616,6	230	55	35	0,91



Tabla 38: Caída de tensión en la derivación individual.

Centralita						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
DI	51,85	757,5	230	5	6	0,05

Tabla 39: Caída de tensión en la derivación individual.

Restaurante						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
DI	47,5	34.266,1	400	9	16	0,25

Tabla 40: Caída de tensión en la derivación individual.

Lavandería de autoservicio						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
DI	47,93	52.198,5	400	7	35	0,14

Tabla 41: Caída de tensión en la derivación individual.

Centro de psicología						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
DI	51,85	834	230	7	6	0,07

3.3. Cuadro general de mando y protección.

Tabla 42: Caídas de tensión en los circuitos del cuadro general 1.

CGMP 1	Vivienda A					
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
C1.1	51,87	217,6	230	30	1,5	0,32
C2.1	50,32	2.070	230	26,66	2,5	1,66
C3.1	51,04	2.025	230	11,68	4	0,44
C4.1	50,82	1.707,75	230	4,85	2,5	0,25
C5.1	49,15	2.760	230	16,34	2,5	1,39



Tabla 43: Caídas de tensión en los circuitos del cuadro general 2.

CGMP 2	Vivienda B					
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
C1.2	51,91	88,8	230	14,31	1,5	0,06
C2.2	51,5	1.035	230	22,46	2,5	0,68
C3.2	51,04	2.025	230	8,07	4	0,3
C4.2	50,82	1.707,75	230	4,61	2,5	0,23
C5.2	49,15	2.760	230	11,73	2,5	1

Tabla 44: Caídas de tensión en los circuitos del cuadro general 3.

CGMP 3	Centralita					
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
C1.3	51,87	240	230	23,86	1,5	0,28
C2.3	51,82	517,5	230	22,47	2,5	0,34

Tabla 45: Caídas de tensión en los circuitos del cuadro general 4.

CGMP 4	Restaurante					
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
C1.4.1	51,85	276	230	34	1,5	0,46
C1.4.2	51,87	207	230	22,13	1,5	0,22
C1.4.3	51,82	345	230	35,52	1,5	0,6
C1.4.4	51,91	36,8	230	14,52	1,5	0,03
C2.4	51	1.552,5	230	15,8	2,5	0,73
C5.4	51,18	1.380	230	17,43	2,5	0,71
CS1	48,37	30.468,8	400	9,32	16	0,23

Tabla 46: Caídas de tensión en los circuitos del cuadro general 5.

CGMP 5	Lavandería de autoservicio					
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
C1.5	51,89	138	230	12,91	1,5	0,09
C2.5	51,82	517,5	230	16,38	2,5	0,25
C4.5	48,95	20.493	400	18,6	10	0,49
C10.5	48,24	31.050	400	17,23	16	0,43



Tabla 47: Caídas de tensión en los circuitos del cuadro general 6.

CGMP 6	Consulta de psicología					
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
C1.6	51,91	72	230	7,53	1,5	0,03
C2.6	51,87	345	230	10,7	2,5	0,11

3.4. Cuadro secundario.

De acuerdo con los valores previamente calculados, se tendrán en cuenta las caídas de tensión acumuladas en los circuitos vinculados a los subcuadros de la instalación interior.

Tabla 48: Caídas de tensión en los circuitos del subcuadro 1.

CS 1	Cocina					
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Potencia [W]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	ΔU [%]
C1.1	51,89	138	230	12,13	1,5	0,08
C2.1	51,63	862,5	230	16,56	2,5	0,42
C3.1	48,45	22.275	400	16,77	10	0,48
C4.1	48,68	5.123,25	230	14,01	6	0,93
C5.1	50,32	2.070	230	10,82	2,5	0,67

Como se puede observar en las tablas anteriores, en los circuitos que corresponden al alumbrado (aquellos que comienzan con C1) la caída de tensión no supera el 3%, por lo que se cumple el máximo establecido por la normativa.

En caso de circuitos atribuidos a establecimientos que no son viviendas unifamiliares, se destacan los valores obtenidos que sobrepasan el umbral del 3%, pero al destinarse a otros usos, el límite establecido es del 5%, por lo tanto, no superan el máximo exigido por la normativa vigente.

En cuanto a las derivaciones individuales, en ningún apartado se sobrepasan los 1,5% destinados a un único usuario y al tratarse de las viviendas unifamiliares, tampoco se sobrepasa el 1% de la centralización de contadores.



4. Protecciones.

4.1. Protecciones contra sobrecargas.

Se establecerá una relación entre los conductores de cada circuito y los dispositivos de protección contra sobrecargas de intensidad. Se asegurará que la intensidad convencional de funcionamiento (I_F) cumpla con las condiciones de protección contra sobrecargas. Se aplicarán las condiciones de los apartados 5, 6 y 7 del formulario.

- $I_F = 1,45 \cdot I_N$ Se emplean en interruptores automáticos e interruptores diferenciales, siendo (I_N) el calibre de los interruptores automáticos y diferenciales seleccionados.
- $I_F = 1,6 \cdot I_N$ Se emplean en fusibles, siendo (I_N) el calibre del fusible seleccionado.

Para seleccionar calibres (I_N), se comprobarán los valores del dispositivo comercial. También se considerarán las intensidades máximas admisibles de los cables (I_Z) vistas en el capítulo 2 del cableado empleado.

Los dispositivos empleados para la protección contra sobrecargas de intensidad serán los interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales y el interruptor general automático, que serán indicados en el apartado 4.3.

A continuación, se muestran las tablas con los cálculos para las protecciones contra sobrecargas, haciendo uso de la intensidad máxima circulante (I_b) obtenida previamente empleando las fórmulas 1 (circuito trifásico) ó 2 (circuito monofásico).

4.1.1. Línea general de alimentación.

Tabla 49: Protección contra sobrecargas en la línea general de alimentación.

Centralita								
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,6 \cdot I_Z$ [A]
LGA	150.000	400	0,9	240,56	250	272	400	435,2

4.1.2. Derivaciones individuales.

Tabla 50: Protección contra sobrecargas en la derivación individual.

Vivienda A								
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,6 \cdot I_Z$ [A]
DI	8.780,4	230	0,9	42,42	50	68	80	108,8

Tabla 51: Protección contra sobrecargas en la derivación individual.

Vivienda B								
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,6 \cdot I_Z$ [A]
DI	7.616,6	230	0,9	36,8	40	49	64	78,4



Tabla 52: Protección contra sobrecargas en la derivación individual.

Centralita								
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,6 \cdot I_Z$ [A]
DI	757,5	230	0,9	3,66	40	49	64	78,4

Tabla 53: Protección contra sobrecargas en la derivación individual.

Restaurante								
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,6 \cdot I_Z$ [A]
DI	34.266,1	400	0,9	54,95	63	77	100,8	123,2

Tabla 54: Protección contra sobrecargas en la derivación individual.

Lavandería de autoservicio								
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,6 \cdot I_Z$ [A]
DI	52.198,5	400	0,9	83,71	100	124	160	198,4

Tabla 55: Protección contra sobrecargas en la derivación individual.

Centro de psicología								
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,6 \cdot I_Z$ [A]
DI	834	230	0,9	4,03	40	49	64	78,4

4.1.3. Cuadro general de mando y protección.

Tabla 56: Protecciones contra sobrecargas en los circuitos del cuadro general 1.

CGMP 1	Vivienda A							
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,45 \cdot I_Z$ [A]
C1.1	217,6	230	0,9	1,05	10	17,5	14,5	25,375
C2.1	2.070	230	0,9	10	16	24	23,2	34,8
C3.1	2.025	230	0,9	9,78	25	32	36,25	46,4
C4.1	1.707,75	230	0,9	8,25	16	24	23,2	34,8
C5.1	2.760	230	0,9	13,33	20	24	29	34,8

Tabla 57: Protecciones contra sobrecargas en los circuitos del cuadro general 2.

CGMP 2	Vivienda B							
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,45 \cdot I_Z$ [A]
C1.2	88,8	230	0,9	0,43	10	17,5	14,5	25,375
C2.2	1.035	230	0,9	5	16	24	23,2	34,8
C3.2	2.025	230	0,9	9,78	25	32	36,25	46,4
C4.2	1.707,75	230	0,9	8,25	16	24	23,2	34,8
C5.2	2.760	230	0,9	13,33	20	24	29	34,8



Tabla 58: Protecciones contra sobrecargas en los circuitos del cuadro general 3.

CGMP 3	Centralita							
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,45 \cdot I_Z$ [A]
C1.3	240	230	0,9	1,16	10	17,5	14,5	25,375
C2.3	517,5	230	0,9	2,5	16	24	23,2	34,8

Tabla 59: Protecciones contra sobrecargas en los circuitos del cuadro general 4.

CGMP 4	Restaurante							
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,45 \cdot I_Z$ [A]
C1.4.1	276	230	0,9	1,33	10	17,5	14,5	25,375
C1.4.2	207	230	0,9	1	10	17,5	14,5	25,375
C1.4.3	345	230	0,9	1,67	10	17,5	14,5	25,375
C1.4.4	36,8	230	0,9	0,18	10	17,5	14,5	25,375
C2.4	1.552,5	230	0,9	7,5	16	24	23,2	34,8
C5.4	1.380	230	0,9	6,67	16	24	23,2	34,8
CS1	30.468,8	400	0,9	48,86	63	77	91,35	111,65

Tabla 60: Protecciones contra sobrecargas en los circuitos del cuadro general 5.

CGMP 5	Lavandería de autoservicio							
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,45 \cdot I_Z$ [A]
C1.5	138	230	0,9	0,67	10	17,5	14,5	25,375
C2.5	517,5	230	0,9	2,5	16	24	23,2	34,8
C4.5	20.493	400	0,9	32,87	40	57	58	82,65
C10.5	31.050	400	0,9	49,8	63	77	91,35	111,65

Tabla 61: Protecciones contra sobrecargas en los circuitos del cuadro general 6.

CGMP 6	Consulta de psicología							
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,45 \cdot I_Z$ [A]
C1.6	72	230	0,9	0,35	10	17,5	14,5	25,375
C2.6	345	230	0,9	1,67	16	24	23,2	34,8

4.1.4. Cuadro secundario.

Tabla 62: Protecciones contra sobrecargas en los circuitos del subcuadro 1.

CS 1	Cocina							
Circuito	Potencia [W]	Tensión [V]	FP	I_b [A]	I_N [A]	I_Z [A]	I_F [A]	$1,45 \cdot I_Z$ [A]
C1.1	138	230	0,9	0,67	10	17,5	14,5	22,475
C2.1	862,5	230	0,9	4,17	16	24	23,2	34,8
C3.1	22.275	400	0,9	35,72	40	57	58	82,65
C4.1	5.123,25	230	0,9	24,75	32	41	46,4	59,45
C5.1	2.070	230	0,9	10	20	24	29	34,8



4.2. Protecciones contra cortocircuitos.

De forma análoga a las protecciones contra sobrecargas, se aplica lo establecido en la norma UNE-HD 60364-4-43. Los dispositivos empleados para la protección contra las corrientes de cortocircuito serán los interruptores magnetotérmicos e interruptor general automático, que serán indicados en el apartado 4.3.

Recordemos la impedancia total en el punto de cortocircuito (Z_t), la intensidad de cortocircuito (I_{cc}) y el poder de corte del dispositivo de protección (I_{cu}).

A continuación, se muestran las tablas con los cálculos para las protecciones contra cortocircuitos, empleando las fórmulas 8, 9, 10 y 13. Para poder seleccionar calibres, se comprobarán los valores del dispositivo comercial.

4.2.1. Línea general de alimentación.

Tabla 63: Protecciones contra cortocircuitos en la línea general de alimentación.

Centralita							
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	$Z_t[\Omega]$	I_{cc} [kA]	I_{cu} [kA]
LGA	45,44	400	10	120	0,002	115	120

4.2.2. Derivaciones individuales.

Tabla 64: Protecciones contra cortocircuitos en la derivación individual.

Vivienda A							
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	$Z_t[\Omega]$	I_{cc} [kA]	I_{cu} [kA]
DI	48,47	230	48	35	0,028	8,214	10

Tabla 65: Protecciones contra cortocircuitos en la derivación individual.

Vivienda B							
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	$Z_t[\Omega]$	I_{cc} [kA]	I_{cu} [kA]
DI	49,96	230	55	35	0,032	7,188	10

Tabla 66: Protecciones contra cortocircuitos en la derivación individual.

Centralita							
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	$Z_t[\Omega]$	I_{cc} [kA]	I_{cu} [kA]
DI	51,85	230	5	6	0,016	14,375	22



Tabla 67: Protecciones contra cortocircuitos en la derivación individual.

Restaurante							
Circuito	Conduct. [m/Ω · mm ²]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm ²]	Z _t [Ω]	I _{cc} [kA]	I _{cu} [kA]
DI	47,5	400	9	16	0,012	19,167	22

Tabla 68: Protecciones contra cortocircuitos en la derivación individual.

Lavandería de autoservicio							
Circuito	Conduct. [m/Ω · mm ²]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm ²]	Z _t [Ω]	I _{cc} [kA]	I _{cu} [kA]
DI	47,93	400	7	35	0,004	57,5	70

Tabla 69: Protecciones contra cortocircuitos en la derivación individual.

Centro de psicología							
Circuito	Conduct. [m/Ω · mm ²]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm ²]	Z _t [Ω]	I _{cc} [kA]	I _{cu} [kA]
DI	51,85	230	7	6	0,023	10	22

4.2.3. Cuadro general de mando y protección.

Tabla 70: Protecciones contra cortocircuitos en los circuitos del cuadro general 1.

CGMP 1	Vivienda A						
Circuito	Conduct. [m/Ω · mm ²]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm ²]	Z _t [Ω]	I _{cc} [kA]	I _{cu} [kA]
C1.1	51,87	230	30	1,5	0,386	0,596	6
C2.1	50,32	230	26,66	2,5	0,212	1,085	6
C3.1	51,04	230	11,68	4	0,057	4,035	6
C4.1	50,82	230	4,85	2,5	0,038	6,053	10
C5.1	49,15	230	16,34	2,5	0,133	1,729	6

Tabla 71: Protecciones contra cortocircuitos en los circuitos del cuadro general 2.

CGMP 2	Vivienda B						
Circuito	Conduct. [m/Ω · mm ²]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm ²]	Z _t [Ω]	I _{cc} [kA]	I _{cu} [kA]
C1.2	51,91	230	14,31	1,5	0,184	1,25	6
C2.2	51,5	230	22,46	2,5	0,174	1,322	6
C3.2	51,04	230	8,07	4	0,039	5,897	6
C4.2	50,82	230	4,61	2,5	0,036	6,389	10
C5.2	49,15	230	11,73	2,5	0,095	2,421	6



Tabla 72: Protecciones contra cortocircuitos en los circuitos del cuadro general 3.

CGMP 3	Centralita						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	$Z_t[\Omega]$	I_{cc} [kA]	I_{cu} [kA]
C1.3	51,87	230	23,86	1,5	0,306	0,752	6
C2.3	51,82	230	22,47	2,5	0,173	1,329	6

Tabla 73: Protecciones contra cortocircuitos en los circuitos del cuadro general 4.

CGMP 4	Restaurante						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	$Z_t[\Omega]$	I_{cc} [kA]	I_{cu} [kA]
C1.4.1	51,85	230	34	1,5	0,437	0,526	6
C1.4.2	51,87	230	22,13	1,5	0,284	0,81	6
C1.4.3	51,82	230	35,52	1,5	0,457	0,503	6
C1.4.4	51,91	230	14,52	1,5	0,186	1,237	6
C2.4	51	230	15,8	2,5	0,124	1,855	6
C5.4	51,18	230	17,43	2,5	0,136	1,691	6
CS1	48,37	400	9,32	16	0,012	19,167	22

Tabla 74: Protecciones contra cortocircuitos en los circuitos del cuadro general 5.

CGMP 5	Lavandería de autoservicio						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	$Z_t[\Omega]$	I_{cc} [kA]	I_{cu} [kA]
C1.5	51,89	230	12,91	1,5	0,166	1,386	6
C2.5	51,82	230	16,38	2,5	0,126	1,825	6
C4.5	48,95	400	18,6	10	0,038	6,053	10
C10.5	48,24	400	17,23	16	0,022	10,455	22

Tabla 75: Protecciones contra cortocircuitos en los circuitos del cuadro general 6.

CGMP 6	Consulta de psicología						
Circuito	Conduct. [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm^2]	$Z_t[\Omega]$	I_{cc} [kA]	I_{cu} [kA]
C1.6	51,91	230	7,53	1,5	0,097	2,371	6
C2.6	51,87	230	10,7	2,5	0,083	2,771	6



4.2.4. Cuadro secundario.

Tabla 76: Protecciones contra cortocircuitos en los circuitos del subcuadro 1.

CS 1	Cocina						
Circuito	Conduct. [m/Ω · mm ²]	Tensión [V]	Longitud [m]	Sección [mm ²]	Z _t [Ω]	I _{cc} [kA]	I _{cu} [kA]
C1.1	51,89	230	12,13	1,5	0,156	1,474	6
C2.1	51,63	230	16,56	2,5	0,128	1,797	6
C3.1	48,45	400	16,77	10	0,035	6,571	10
C4.1	48,68	230	14,01	6	0,048	4,792	6
C5.1	50,32	230	10,82	2,5	0,086	2,674	6

4.3. Aparamenta eléctrica.

Este apartado es donde se reúnen todos los elementos o dispositivos de protección que forman parte de la aparamenta eléctrica de las instalaciones del complejo para baja tensión (véase los esquemas unifilares del Documento de Planos).

A partir de los cálculos mostrados en los capítulos anteriores, se han seleccionado interruptores magnetotérmicos y diferenciales con el fin de controlar las corrientes de cortocircuito y ante la aparición de tensiones de contacto que puedan suponer un riesgo en la instalación, se debe cortar automáticamente la alimentación.

Se establece, como criterio de diseño, la colocación de un interruptor diferencial por cada 5 circuitos instalados como máximo, tal y como se especifica en la ITC-BT-25. Sólo en algunos casos se selecciona un interruptor diferencial para un único circuito instalado, previniendo así disparos frecuentes.

4.3.1. Línea general de alimentación.

Tabla 77: Protección para la línea general de alimentación.

Centralita				
Circuito	Tensión [V]	I _b [A]	Dispositivo	I _Z [A]
LGA	400	240,56	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 250 A. 120 kA	272

4.3.2. Derivaciones individuales.

Tabla 78: Protección para la derivación individual.

Vivienda A				
Circuito	Tensión [V]	I _b [A]	Dispositivo	I _Z [A]
DI	230	42,42	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 63 A. 120 kA	68



Tabla 79: Protección para la derivación individual.

Vivienda B				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Dispositivo	I_Z [A]
DI	230	36,8	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 40 A. 120 kA	49

Tabla 80: Protección para la derivación individual.

Centralita				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Dispositivo	I_Z [A]
DI	230	3,66	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 40 A. 120 kA	49

Tabla 81: Protección para la derivación individual.

Restaurante				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Dispositivo	I_Z [A]
DI	400	54,95	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 63 A. 120 kA	77

Tabla 82: Protección para la derivación individual.

Lavandería de autoservicio				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Dispositivo	I_Z [A]
DI	400	83,71	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 100 A. 120 kA	124

Tabla 83: Protección para la derivación individual.

Centro de psicología				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Dispositivo	I_Z [A]
DI	230	4,03	Fusible cuchilla NH-00 tipo gG. 40 A. 120 kA	49

4.3.3. Cuadro general de mando y protección.

Tabla 84: Aparamenta de protección para el cuadro general 1.

CGMP 1	Vivienda A				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.1	230	1,05	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px40Ax30mA
C2.1	230	10	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C3.1	230	9,78	2Px25A Curva C. 6 kA	32	
C4.1	230	8,25	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C5.1	230	13,33	2Px20A Curva C. 6 kA	24	



Tabla 85: Aparamenta de protección para el cuadro general 2.

CGMP 2	Vivienda B				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.2	230	0,43	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px40Ax30mA
C2.2	230	5	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C3.2	230	9,78	2Px25A Curva C. 6 kA	32	
C4.2	230	8,25	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C5.2	230	13,33	2Px20A Curva C. 6 kA	24	

Tabla 86: Aparamenta de protección para el cuadro general 3.

CGMP 3	Centralita				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.3	230	1,16	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px25Ax30mA
C2.3	230	2,5	2Px16A Curva C. 6 kA	24	

Tabla 87: Aparamenta de protección para el cuadro general 4.

CGMP 4	Restaurante				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.4.1	230	1,33	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px25Ax30mA
C1.4.2	230	1	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	
C1.4.3	230	1,67	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	
C1.4.4	230	0,18	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	
C2.4	230	7,5	2Px16A Curva C. 6 kA	24	2Px25Ax30mA
C5.4	230	6,67	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
CS1	400	48,86	4Px63A Curva C. 6 kA	77	4Px80Ax30mA

Tabla 88: Aparamenta de protección para el cuadro general 5.

CGMP 5	Lavandería de autoservicio				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.5	230	0,67	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px25Ax30mA
C2.5	230	2,5	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C4.5	400	32,87	4Px40A Curva C. 6 kA	57	4Px63Ax30mA
C10.5	400	49,8	4Px63A Curva C. 6 kA	77	4Px80Ax30mA

Tabla 89: Aparamenta de protección para el cuadro general 6.

CGMP 6	Consulta de psicología				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.6	230	0,35	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px25Ax30mA
C2.6	230	1,67	2Px16A Curva C. 6 kA	24	



4.3.4. Cuadro secundario.

Tabla 90: Aparamenta de protección para el subcuadro 1.

CS 1	Cocina				
Circuito	Tensión [V]	I_b [A]	Magnetotérmico	I_Z [A]	Diferencial
C1.1	230	0,67	2Px10A Curva C. 6 kA	17,5	2Px25Ax30mA
C2.1	230	4,17	2Px16A Curva C. 6 kA	24	
C3.1	400	35,72	4Px40A Curva C. 6 kA	57	4Px63Ax30mA
C4.1	230	24,75	2Px32A Curva C. 6 kA	41	2Px63Ax30mA
C5.1	230	10	2Px20A Curva C. 6 kA	24	2Px25Ax30mA

Se puede comprobar en las tablas anteriores que todos los dispositivos seleccionados poseen intensidades máximas superiores a las corrientes (I_b) de los circuitos.

4.4. Protecciones contra sobretensiones.

Como norma, se instalarán protecciones contra sobretensiones, considerando que los establecimientos no están equipados con un sistema de protección contra los rayos. Se realizará la instalación con el fin de reducir sobretensiones transitorias, transmitidas por las redes de distribución.

Para la selección de dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias se considerarán el nivel de protección (U_p) y la intensidad nominal de descarga (I_N).

Dándose la posibilidad de impacto directo de un rayo en la entrada u origen de la instalación eléctrica o en su proximidad, se empleará un dispositivo de Tipo 1, según lo indicado en el capítulo 534 de la norma UNE-HD 60364-5-534, sobre los dispositivos de protección contra sobretensiones.

4.4.1. Tipos de dispositivos.

La colocación del dispositivo de protección de Tipo 1 se hará antes del contador o equipo de medida. En cambio, para los diferentes cuadros de distribución, se instalarán dispositivos de protección de Tipo 2, con el único fin de limitar sobretensiones de origen atmosférico, además de proteger aquellos equipos sensibles.

Tabla 91: Características del dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias.

Dispositivo	U_p [kV]	I_N [kA]
Tipo 1	1,5	25 (onda 10/350 μ s)
Tipo 2	1,2	20 (onda 8/20 μ s)



5. Puesta a tierra.

De acuerdo con la ITC-BT-18, se realizará el cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación que se desea estudiar. Se empleará un conductor de cobre desnudo con sección 35 mm^2 en anillo perimetral, enterrado horizontalmente en la cimentación del emplazamiento seleccionado.

En la implementación de picas, concretamente refiriéndose al edificio de viviendas, se definen 2 módulos por edificio, de manera que las picas se instalarán enfocándose en cada módulo por separado, ya que, éstos se encuentran a una distancia de 3 m entre sí.

La resistividad del terreno se estima para un suelo tipo rústico debido a la zona de construcción del presente proyecto, es decir, la naturaleza del terreno es del valor medio aproximado de $500 \Omega \cdot m$, correspondiente a terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes (véase la tabla 4 de la ITC-BT-18). La totalidad de las edificaciones estarán provistas con pararrayos (resistencia deseada 15Ω).

5.1. Sistemas de puesta a tierra.

Tabla 92: Características de los sistemas de puesta a tierra 1.

Módulo del Edificio de Viviendas			
Tipo	Resistencia [Ω]	Perímetro	Cantidad
Toma tierra	15	58 m	3 picas
Conductor	17,24		
Picas	115,45		

Tabla 93: Características de los sistemas de puesta a tierra 2.

Centralita			
Tipo	Resistencia [Ω]	Perímetro	Cantidad
Toma tierra	15	33 m	9 picas
Conductor	30,3		
Picas	29,71		

Tabla 94: Características de los sistemas de puesta a tierra 3.

Restaurante			
Tipo	Resistencia [Ω]	Perímetro	Cantidad
Toma tierra	15	61 m	2 picas
Conductor	16,39		
Picas	176,87		



Tabla 95: Características de los sistemas de puesta a tierra 4.

Lavandería de autoservicio			
Tipo	Resistencia [Ω]	Perímetro	Cantidad
Toma tierra	15	21 m	12 picas
Conductor	47,62		
Picas	21,9		

Tabla 96: Características de los sistemas de puesta a tierra 5.

Centro de psicología			
Tipo	Resistencia [Ω]	Perímetro	Cantidad
Toma tierra	15	21 m	12 picas
Conductor	47,62		
Picas	21,9		

Los cálculos de la puesta a tierra deberán culminar con valores inferiores a 37 Ω en edificios sin pararrayos e inferiores a 15 Ω con pararrayos, conforme a lo establecido en las normas particulares para las instalaciones de enlace de la empresa suministradora. De esta forma, se comprueba que la instalación planteada para la puesta a tierra es válida.





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna



ANEXO DE ILUMINACIÓN

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González**

1. Iluminación.

Se atenderán los requerimientos mínimos que refleja la norma UNE-12464.1, además de cumplir con los valores límite estipulados en el CTE para los cálculos del VEEI y las condiciones que recoge el REBT para las instalaciones de alumbrado de emergencia.

1.1. Alumbrado de interior.

A continuación, se muestran los resúmenes de las tablas con los cálculos obtenidos del programa *CYPELUX* (véase el Documento de Iluminación).

Tabla 97: Alumbrado de interior 1.

Vivienda A				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Comedor	543	81,68	17	80
Baño	496	86,75	11	80
Dormitorio	445	84,14	11	80

Tabla 98: Alumbrado de interior 2.

Vivienda B				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Estudio	484	63,82	17	80
Baño	496	86,75	11	80

Tabla 99: Alumbrado de interior 3.

Centralita				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Recinto	560	88,37	17	80

Tabla 100: Alumbrado de interior 4.

Restaurante				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Comedor	533	82,43	17	80
Baño	401	87,96	16	80
Cocina	563	85,29	17	80

Tabla 101: Alumbrado de interior 5.

Lavandería de autoservicio				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Recinto	537	86,6	15	80



Tabla 102: Alumbrado de interior 6.

Centro de psicología				
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]	UGR	Ra
Consulta	590	90,87	16	80

Atendiendo los parámetros definidos de iluminación, se cumplen tanto los requisitos mínimos establecidos en la norma UNE-12464.1, así como los regidos por la norma del código técnico de la edificación CTE-DB-HE3 (véase el Documento de Iluminación).

Incluso, se destaca que en la zona relativa al comedor del restaurante, también se han alcanzado los valores que se exigen. Normalmente en una superficie amplia es mucho más complejo conseguir una uniformidad dentro de los parámetro correctos, pero se ha conseguido gracias a la selección de luminarias de calidad y a la numerosa cantidad de puntos de luz instalados.

1.2. Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI).

Se contemplarán las superficies (S_T) de las diferentes zonas interiores que forman parte de los establecimientos, la potencia total instalada (P_T) que ocupa cada zona y la iluminancia media horizontal (E_m) mantenida en la superficie iluminada. A partir de la fórmula 28, se puede calcular el VEEI.

A continuación, se muestran las tablas de los distintos establecimientos, con las que se extraen los datos de iluminancia (E_m) y consideran los otros parámetros de la instalación.

Tabla 103: Valor de eficiencia energética 1.

Vivienda A				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Comedor	543	5,44	33,3	1
Baño	496	5,24	3,4	1,06
Dormitorio	445	4,93	4,8	1,11

Tabla 104: Valor de eficiencia energética 2.

Vivienda B				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Estudio	484	4,5	19,8	0,93
Baño	496	5,24	3,4	1,06

Tabla 105: Valor de eficiencia energética 3.

Centralita				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Recinto	560	4,5	50,1	0,8



Tabla 106: Valor de eficiencia energética 4.

Restaurante				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Comedor	533	5	165,7	0,94
Baño	401	4	5,9	1
Cocina	563	5,53	25	0,98

Tabla 107: Valor de eficiencia energética 5.

Lavandería de autoservicio				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Recinto	537	5,66	24,4	1,05

Tabla 108: Valor de eficiencia energética 6.

Centro de psicología				
Zona	E_m [lux]	P_T [W/m^2]	S_T [m^2]	VEEI [W/m^2]
Consulta	590	5,95	11,3	1,01

De acuerdo con los resultados obtenidos de la tabla anterior, se puede afirmar que se cumple el VEEI en todas las zonas, además de la (P_T) y la (E_m), ya que los valores límite más reducidos de las instalaciones de este proyecto se encuentran muy por debajo de la normativa actual (véase el Documento de Iluminación).

1.3. Alumbrado de emergencia.

El cálculo de luminarias de emergencia se ha realizado con el programa *CYPELUX* (véase el Documento de Iluminación). Se proporcionará una iluminancia mínima (E_m) de 1 lux en rutas de evacuación, a nivel del suelo, y en el eje de los pasos principales.

Además, la relación (U_0) entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40. A continuación, se muestran las tablas con los resultados de las zonas que forman parte de los establecimientos públicos.

Tabla 109: Alumbrado de emergencia 1.

Centralita		
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]
Recinto	10,35	35,94



Tabla 110: Alumbrado de emergencia 2.

Restaurante		
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]
Comedor	15,41	31,8
Baño	9,95	55,03
Cocina	10,22	31,51

Tabla 111: Alumbrado de emergencia 3.

Lavandería de autoservicio		
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]
Recinto	10,23	33,24

Tabla 112: Alumbrado de emergencia 4.

Centro de psicología		
Zona	E_m [lux]	U_0 [%]
Consulta	8,32	23,08

De acuerdo con lo establecido en el apartado 3 de la ITC-BT-28, se cumple con todas las normas vigentes tanto a nivel del suelo como en el eje de los pasos principales. Cabe destacar que en el restaurante, en la zona de aseos, la relación (U_0) supera los 40 pero impera la fuerza mayor de que en los baños públicos debe haber al menos una luminaria de emergencia para garantizar la seguridad de los clientes.





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna



ANEXO COMPLEMENTARIO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González**

1. AGRUPACIÓN A.

1.1. Potencia del generador.

1.1.1. Energía generada por el panel.

$$P_{mp,min} = \frac{E_D \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot PR}$$

$$PR = (1 - L_{cab}) \cdot (1 - L_{dis}) \cdot (1 - L_{inv}) \cdot (1 - L_{pol}) \cdot (1 - L_{ref}) \cdot (1 - L_{reg}) \cdot (1 - L_{tem}) \cdot (1 - L_{usu})$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) \cdot K \cdot FI \cdot FS$$

- $\beta \leq 15^\circ$:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 \right]$$

- $15^\circ < \beta < 90^\circ$:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right]$$

$$FS = 1 - L_{som}$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = \sum \frac{G_{dm}(\alpha, \beta)_n}{n}$$

$P_{mp, min}$	Potencia pico mínima del generador (8850.17 W)
E_D	Energía demandada (35.50 kWh/día)
G_{CEM}	Irradiación sobre los paneles en CEM (1 kWh/m ²)
$G_{dm}(0)$	Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano horizontal (4.90 kWh/m ² día)
$G_{dm}(\alpha, \beta)$	Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del panel, en el que se han descontado las pérdidas por sombras (ver tabla)
FI	Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas (ver tabla)
FS	Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles (1 - L _{som}) (ver tabla)
α	Orientación de los paneles respecto al Sur (ver tabla)
β	Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal (ver tabla)
β_{opt}	Inclinación óptima de los paneles respecto a su posición horizontal (38.59 °)

Periodo de diseño	β_{opt}
Invierno	$\phi + 10.00$
Verano	$\phi - 20.00$

ϕ = Latitud del emplazamiento, en grados

K Factor dependiente de la inclinación óptima de los paneles

Latitud 28°												
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5°	1.05	1.04	1.03	1.01	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03	1.05	1.06	1.06
10°	1.10	1.08	1.05	1.02	1.00	0.99	1.00	1.02	1.06	1.10	1.12	1.12
15°	1.14	1.11	1.07	1.02	0.99	0.98	0.99	1.03	1.08	1.13	1.17	1.17
20°	1.17	1.13	1.08	1.02	0.97	0.95	0.97	1.02	1.09	1.16	1.21	1.21
25°	1.20	1.15	1.08	1.00	0.95	0.93	0.95	1.01	1.09	1.19	1.25	1.24
30°	1.22	1.15	1.07	0.98	0.92	0.89	0.92	0.99	1.09	1.20	1.27	1.27
35°	1.23	1.16	1.06	0.96	0.88	0.85	0.88	0.96	1.08	1.21	1.29	1.29
40°	1.24	1.15	1.04	0.92	0.84	0.80	0.84	0.93	1.06	1.21	1.30	1.30
45°	1.23	1.14	1.01	0.89	0.79	0.75	0.79	0.89	1.04	1.20	1.30	1.30
50°	1.22	1.12	0.98	0.84	0.73	0.69	0.73	0.84	1.00	1.18	1.30	1.30
55°	1.20	1.09	0.94	0.79	0.68	0.63	0.67	0.79	0.96	1.15	1.28	1.28
60°	1.18	1.05	0.90	0.73	0.61	0.57	0.61	0.73	0.92	1.12	1.26	1.26
65°	1.14	1.01	0.85	0.67	0.55	0.50	0.54	0.67	0.86	1.08	1.22	1.23
70°	1.10	0.97	0.79	0.61	0.48	0.42	0.47	0.60	0.81	1.03	1.18	1.19
75°	1.06	0.91	0.73	0.54	0.40	0.35	0.39	0.53	0.74	0.97	1.14	1.15
80°	1.00	0.86	0.66	0.47	0.33	0.27	0.32	0.46	0.67	0.91	1.08	1.10
85°	0.94	0.79	0.59	0.39	0.25	0.19	0.24	0.38	0.60	0.84	1.02	1.04
90°	0.88	0.72	0.52	0.32	0.17	0.11	0.16	0.31	0.53	0.77	0.95	0.98

Latitud 29°												
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5°	1.05	1.04	1.03	1.02	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03	1.05	1.07	1.06
10°	1.10	1.08	1.05	1.02	1.00	0.99	1.00	1.03	1.06	1.10	1.12	1.12
15°	1.15	1.11	1.07	1.03	0.99	0.98	0.99	1.03	1.08	1.14	1.18	1.17
20°	1.18	1.14	1.08	1.02	0.98	0.96	0.98	1.03	1.10	1.17	1.22	1.22
25°	1.21	1.15	1.08	1.01	0.95	0.93	0.95	1.01	1.10	1.20	1.26	1.25
30°	1.23	1.16	1.08	0.99	0.92	0.90	0.92	1.00	1.10	1.21	1.28	1.28
35°	1.24	1.17	1.07	0.97	0.89	0.86	0.89	0.97	1.09	1.22	1.30	1.30
40°	1.25	1.16	1.05	0.93	0.85	0.81	0.85	0.94	1.07	1.22	1.32	1.31
45°	1.24	1.15	1.02	0.90	0.80	0.76	0.80	0.90	1.05	1.21	1.32	1.32
50°	1.23	1.13	0.99	0.85	0.75	0.71	0.74	0.85	1.02	1.19	1.31	1.31
55°	1.22	1.10	0.95	0.80	0.69	0.64	0.68	0.80	0.98	1.17	1.30	1.30
60°	1.19	1.07	0.91	0.75	0.63	0.58	0.62	0.75	0.93	1.14	1.28	1.28
65°	1.16	1.03	0.86	0.69	0.56	0.51	0.55	0.69	0.88	1.10	1.24	1.25
70°	1.12	0.98	0.80	0.62	0.49	0.44	0.48	0.62	0.82	1.05	1.20	1.22
75°	1.07	0.93	0.74	0.55	0.42	0.36	0.41	0.55	0.76	0.99	1.16	1.17
80°	1.02	0.87	0.68	0.48	0.34	0.28	0.33	0.48	0.69	0.93	1.10	1.12
85°	0.96	0.81	0.61	0.41	0.26	0.21	0.25	0.40	0.62	0.87	1.04	1.06
90°	0.90	0.74	0.54	0.33	0.18	0.13	0.17	0.32	0.54	0.79	0.97	1.00

- PR Rendimiento energético (0.79746)
- L_{cab} Pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor, incluyendo las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelos en caso de disponer (0.06)
- L_{dis} Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos (0.02)
- L_{inv} Pérdidas de potencia en el inversor (0.02)
- L_{pol} Pérdidas de potencia debidas al polvo y la suciedad sobre los módulos (0.03)
- L_{ref} Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término es cero. (0.03)
- L_{tem} Pérdidas medias por temperatura (Diciembre) (0.04396)



Potencia pico mínima del generador			
Módulo fotovoltaico	FI	FS	G _{dm} (α,β)
1	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
2	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
3	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
4	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
5	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
6	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
7	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
8	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
9	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
10	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
11	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
12	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
13	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
14	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
15	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
16	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
17	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
18	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
19	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
20	0.91191	0.99150	5.03 kWh/m ² día
		Valor medio	9000.00 W
		P_{mp, min}	8850.17 W

1.1.1.1. Pérdidas por orientación e inclinación.

- β ≤ 15°:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 \right]$$

- 15° < β < 90°:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right]$$

FI Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas

α Orientación de los paneles respecto al Sur (ver tabla)

β Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal (ver tabla)

β_{opt} Inclinación óptima de los paneles respecto a su posición horizontal (38.59 °)

Periodo de diseño	β _{opt}
Invierno	φ +10.00
Verano	φ -20.00

φ = Latitud del emplazamiento, en grados

Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas			
Módulo fotovoltaico	α	β	FI
1	90.00 °	11.50 °	0.91191
2	90.00 °	11.50 °	0.91191
3	90.00 °	11.50 °	0.91191
4	90.00 °	11.50 °	0.91191
5	90.00 °	11.50 °	0.91191
6	90.00 °	11.50 °	0.91191
7	90.00 °	11.50 °	0.91191
8	90.00 °	11.50 °	0.91191
9	90.00 °	11.50 °	0.91191
10	90.00 °	11.50 °	0.91191
11	90.00 °	11.50 °	0.91191
12	90.00 °	11.50 °	0.91191
13	90.00 °	11.50 °	0.91191
14	90.00 °	11.50 °	0.91191
15	90.00 °	11.50 °	0.91191
16	90.00 °	11.50 °	0.91191
17	90.00 °	11.50 °	0.91191
18	90.00 °	11.50 °	0.91191
19	90.00 °	11.50 °	0.91191
20	90.00 °	11.50 °	0.91191

1.1.1.2. Pérdidas por sombras.

FS Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles ($FS=1 - L_{som}$) (ver tabla)

Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles		
Módulo fotovoltaico	L_{som}	FS
1	0.00850	0.99150
2	0.00850	0.99150
3	0.00850	0.99150
4	0.00850	0.99150
5	0.00850	0.99150
6	0.00850	0.99150
7	0.00850	0.99150
8	0.00850	0.99150
9	0.00850	0.99150
10	0.00850	0.99150
11	0.00850	0.99150
12	0.00850	0.99150
13	0.00850	0.99150
14	0.00850	0.99150
15	0.00850	0.99150
16	0.00850	0.99150
17	0.00850	0.99150
18	0.00850	0.99150
19	0.00850	0.99150
20	0.00850	0.99150

1.1.1.3. Valores máximos permitidos para las pérdidas por orientación, inclinación y sombras.

Las pérdidas de radiación causadas por sombreado y por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas en el período de diseño no serán superiores a los valores especificados en la tabla siguiente:

Pérdidas de radiación en el panel	Valor máximo permitido (%)
Inclinación y orientación	20%
Sombras	10%
Combinación de ambas	20%

1.1.1.4. Pérdidas por temperatura.

$$L_{tem} = g \cdot (T_c - 25)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) \cdot \frac{G}{800}$$

- L_{tem} Pérdidas medias por temperatura (Diciembre)
- g Coeficiente de temperatura de la potencia, en 1/°C.
- T_c Temperatura de las células solares, en °C.
- T_{amb} Temperatura ambiente a la sombra, en °C.
- TONC Temperatura de operación nominal del módulo. (44.00 °)
- G Irradiación solar, W/m²

Módulo fotovoltaico	T _c	L _{tem}
1	37.93 °	0.04396
2	37.93 °	0.04396
3	37.93 °	0.04396
4	37.93 °	0.04396
5	37.93 °	0.04396
6	37.93 °	0.04396
7	37.93 °	0.04396
8	37.93 °	0.04396
9	37.93 °	0.04396
10	37.93 °	0.04396
11	37.93 °	0.04396
12	37.93 °	0.04396
13	37.93 °	0.04396
14	37.93 °	0.04396
15	37.93 °	0.04396
16	37.93 °	0.04396
17	37.93 °	0.04396
18	37.93 °	0.04396
19	37.93 °	0.04396
20	37.93 °	0.04396

1.1.1.5. Pérdidas por efecto Joule en el cableado.

Pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor, incluyendo las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelos en caso de que se dispongan, etc.
(0.06)

1.1.1.6. Pérdidas por polvo y suciedad.

Dependen del emplazamiento de la instalación y de las condiciones meteorológicas. El valor anual estimado es:

$$L_{pol} = 0.03$$

1.1.1.7. Pérdidas por rendimiento del inversor.

El inversor tiene un rendimiento del 98.20 %, por lo que las pérdidas por rendimiento serán:

$$L_{inv} = 0.02$$

1.1.1.8. Pérdidas por disipación de parámetros entre módulos y por reflectancia angular espectral.

Se estiman en:

$$L_{dis} = 0.02$$

$$L_{ref} = 0.03$$

1.1.2. Potencia máxima de los paneles generadores.

$$P_{mp,max} = 1.2 \cdot P_{mp,min}$$

$P_{mp,max}$ Potencia pico máxima del generador (10620.20 W)

$P_{mp,min}$ Potencia pico mínima del generador (8850.17 W)

1.1.3. Comprobación de la potencia total de la instalación.

La potencia nominal de la instalación fotovoltaica, resultado de multiplicar la potencia de cada panel por el número total de paneles, deberá situarse entre los valores mínimo y máximo anteriormente calculados.

$$P_{mp} = n \cdot P_{pan}$$

P_{mp} Potencia pico del generador (9000.00 W)

n Número total de paneles (20)

P_{pan} Potencia nominal de cada panel (450.00 W)

$$P_{mp,min} (8850.17 W) < P_{mp} (9000.00 W) < P_{mp,max} (10620.20 W) \quad \checkmark$$

1.1.4. Conexión entre los módulos.

La instalación diseñada se compone de una rama de 20 paneles.

1.2. Inversor.

La potencia del inversor será como mínimo el 90.00 % de la potencia instalada.

$$P_{\min,INV} = \% \cdot P_{mp,\min}$$

Potencia mínima del inversor: 8100.00 W

Potencia del inversor: 12000.00 W ✓

La tensión de entrada al inversor se encuentra dentro del rango de tensiones admisibles del equipo. (MPPT 1)

140.00 V < 754.80 V < 1000.00 V ✓

La intensidad de entrada al inversor es inferior a la intensidad admisible del equipo. (MPPT 1)

11.93 A < 26.00 A ✓

1.3. Acumuladores.

Se ha decidido instalar 1 módulo (4 baterías) con los que, con las características facilitadas por el fabricante, se obtiene una autonomía de:

$$A = \frac{C_{20} \cdot PD_{\max} \cdot n_b}{L_D} \cdot \eta_{INV} \cdot \eta_{rb}$$

$$L_D = \frac{E_D}{V_{NOM}}$$

A	Autonomía del sistema de baterías (días)
C ₂₀	Capacidad nominal del acumulador (400.00 Ah)
PD _{max}	Porcentaje de descarga máximo (0.95)
n _b	Número de acumuladores (1)
η _{INV}	Rendimiento del inversor (0.98)
η _{rb}	Rendimiento del conjunto regulador-acumulador (0.98)
L _D	Consumo medio diario de las cargas (633.93 Ah/día)
E _D	Energía demandada (35.50 kWh/día)
V _{nom}	Tensión nominal de acumulación de las baterías (56.00 V)

Con una capacidad (400.00 Ah) del acumulador tipo (C₂₀) se suministra 20 A durante 20 h.

A = 0.576 > 0.400 días ✓



2. AGRUPACIÓN B.

2.1. Potencia del generador.

2.1.1. Energía generada por el panel.

$$P_{mp,min} = \frac{E_D \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot PR}$$

$$PR = (1 - L_{cab}) \cdot (1 - L_{dis}) \cdot (1 - L_{inv}) \cdot (1 - L_{pol}) \cdot (1 - L_{ref}) \cdot (1 - L_{reg}) \cdot (1 - L_{tem}) \cdot (1 - L_{usu})$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) \cdot K \cdot FI \cdot FS$$

- $\beta \leq 15^\circ$:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 \right]$$

- $15^\circ < \beta < 90^\circ$:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right]$$

$$FS = 1 - L_{som}$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = \sum \frac{G_{dm}(\alpha, \beta)_n}{n}$$

$P_{mp, min}$	Potencia pico mínima del generador (9761.00 W)
E_D	Energía demandada (45.50 kWh/día)
G_{CEM}	Irradiación sobre los paneles en CEM (1 kWh/m ²)
$G_{dm}(0)$	Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano horizontal (4.90 kWh/m ² día)
$G_{dm}(\alpha, \beta)$	Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del panel, en el que se han descontado las pérdidas por sombras (ver tabla)
FI	Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas (ver tabla)
FS	Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles (1 - L _{som}) (ver tabla)
α	Orientación de los paneles respecto al Sur (ver tabla)
β	Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal (ver tabla)
β_{opt}	Inclinación óptima de los paneles respecto a su posición horizontal (38.59 °)

Periodo de diseño	β_{opt}
Invierno	$\phi + 10.00$
Verano	$\phi - 20.00$

ϕ = Latitud del emplazamiento, en grados

K Factor dependiente de la inclinación óptima de los paneles

Latitud 28°												
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5°	1.05	1.04	1.03	1.01	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03	1.05	1.06	1.06
10°	1.10	1.08	1.05	1.02	1.00	0.99	1.00	1.02	1.06	1.10	1.12	1.12
15°	1.14	1.11	1.07	1.02	0.99	0.98	0.99	1.03	1.08	1.13	1.17	1.17
20°	1.17	1.13	1.08	1.02	0.97	0.95	0.97	1.02	1.09	1.16	1.21	1.21
25°	1.20	1.15	1.08	1.00	0.95	0.93	0.95	1.01	1.09	1.19	1.25	1.24
30°	1.22	1.15	1.07	0.98	0.92	0.89	0.92	0.99	1.09	1.20	1.27	1.27
35°	1.23	1.16	1.06	0.96	0.88	0.85	0.88	0.96	1.08	1.21	1.29	1.29
40°	1.24	1.15	1.04	0.92	0.84	0.80	0.84	0.93	1.06	1.21	1.30	1.30
45°	1.23	1.14	1.01	0.89	0.79	0.75	0.79	0.89	1.04	1.20	1.30	1.30
50°	1.22	1.12	0.98	0.84	0.73	0.69	0.73	0.84	1.00	1.18	1.30	1.30
55°	1.20	1.09	0.94	0.79	0.68	0.63	0.67	0.79	0.96	1.15	1.28	1.28
60°	1.18	1.05	0.90	0.73	0.61	0.57	0.61	0.73	0.92	1.12	1.26	1.26
65°	1.14	1.01	0.85	0.67	0.55	0.50	0.54	0.67	0.86	1.08	1.22	1.23
70°	1.10	0.97	0.79	0.61	0.48	0.42	0.47	0.60	0.81	1.03	1.18	1.19
75°	1.06	0.91	0.73	0.54	0.40	0.35	0.39	0.53	0.74	0.97	1.14	1.15
80°	1.00	0.86	0.66	0.47	0.33	0.27	0.32	0.46	0.67	0.91	1.08	1.10
85°	0.94	0.79	0.59	0.39	0.25	0.19	0.24	0.38	0.60	0.84	1.02	1.04
90°	0.88	0.72	0.52	0.32	0.17	0.11	0.16	0.31	0.53	0.77	0.95	0.98

Latitud 29°												
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5°	1.05	1.04	1.03	1.02	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03	1.05	1.07	1.06
10°	1.10	1.08	1.05	1.02	1.00	0.99	1.00	1.03	1.06	1.10	1.12	1.12
15°	1.15	1.11	1.07	1.03	0.99	0.98	0.99	1.03	1.08	1.14	1.18	1.17
20°	1.18	1.14	1.08	1.02	0.98	0.96	0.98	1.03	1.10	1.17	1.22	1.22
25°	1.21	1.15	1.08	1.01	0.95	0.93	0.95	1.01	1.10	1.20	1.26	1.25
30°	1.23	1.16	1.08	0.99	0.92	0.90	0.92	1.00	1.10	1.21	1.28	1.28
35°	1.24	1.17	1.07	0.97	0.89	0.86	0.89	0.97	1.09	1.22	1.30	1.30
40°	1.25	1.16	1.05	0.93	0.85	0.81	0.85	0.94	1.07	1.22	1.32	1.31
45°	1.24	1.15	1.02	0.90	0.80	0.76	0.80	0.90	1.05	1.21	1.32	1.32
50°	1.23	1.13	0.99	0.85	0.75	0.71	0.74	0.85	1.02	1.19	1.31	1.31
55°	1.22	1.10	0.95	0.80	0.69	0.64	0.68	0.80	0.98	1.17	1.30	1.30
60°	1.19	1.07	0.91	0.75	0.63	0.58	0.62	0.75	0.93	1.14	1.28	1.28
65°	1.16	1.03	0.86	0.69	0.56	0.51	0.55	0.69	0.88	1.10	1.24	1.25
70°	1.12	0.98	0.80	0.62	0.49	0.44	0.48	0.62	0.82	1.05	1.20	1.22
75°	1.07	0.93	0.74	0.55	0.42	0.36	0.41	0.55	0.76	0.99	1.16	1.17
80°	1.02	0.87	0.68	0.48	0.34	0.28	0.33	0.48	0.69	0.93	1.10	1.12
85°	0.96	0.81	0.61	0.41	0.26	0.21	0.25	0.40	0.62	0.87	1.04	1.06
90°	0.90	0.74	0.54	0.33	0.18	0.13	0.17	0.32	0.54	0.79	0.97	1.00

- PR Rendimiento energético (0.78740)
- L_{cab} Pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor, incluyendo las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelos en caso de disponer (0.06)
- L_{dis} Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos (0.02)
- L_{inv} Pérdidas de potencia en el inversor (0.02)
- L_{pol} Pérdidas de potencia debidas al polvo y la suciedad sobre los módulos (0.03)
- L_{ref} Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término es cero. (0.03)
- L_{tem} Pérdidas medias por temperatura (Diciembre) (0.05602)



Potencia pico mínima del generador			
Módulo fotovoltaico	FI	FS	G _{dm} (α,β)
1	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
2	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
3	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
4	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
5	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
6	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
7	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
8	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
9	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
10	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
11	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
12	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
13	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
14	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
15	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
16	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
17	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
18	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
19	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
20	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
21	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
22	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
		Valor medio	9900.00 W
		P_{mp, min}	9761.00 W

2.1.1.1. Pérdidas por orientación e inclinación.

- β ≤ 15°:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 \right]$$

- 15° < β < 90°:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right]$$

FI Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas

α Orientación de los paneles respecto al Sur (ver tabla)

β Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal (ver tabla)

β_{opt} Inclinación óptima de los paneles respecto a su posición horizontal (38.59 °)

Periodo de diseño	β _{opt}
Invierno	φ +10.00
Verano	φ -20.00

φ = Latitud del emplazamiento, en grados

Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas			
Módulo fotovoltaico	α	β	FI
1	0.00 °	23.50 °	0.97266
2	0.00 °	23.50 °	0.97266
3	0.00 °	23.50 °	0.97266
4	0.00 °	23.50 °	0.97266
5	0.00 °	23.50 °	0.97266
6	0.00 °	23.50 °	0.97266
7	0.00 °	23.50 °	0.97266
8	0.00 °	23.50 °	0.97266
9	0.00 °	23.50 °	0.97266
10	0.00 °	23.50 °	0.97266
11	0.00 °	23.50 °	0.97266
12	0.00 °	23.50 °	0.97266
13	0.00 °	23.50 °	0.97266
14	0.00 °	23.50 °	0.97266
15	0.00 °	23.50 °	0.97266
16	0.00 °	23.50 °	0.97266
17	0.00 °	23.50 °	0.97266
18	0.00 °	23.50 °	0.97266
19	0.00 °	23.50 °	0.97266
20	0.00 °	23.50 °	0.97266
21	0.00 °	23.50 °	0.97266
22	0.00 °	23.50 °	0.97266

2.1.1.2. Pérdidas por sombras.

FS Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles ($FS=1 - L_{som}$) (ver tabla)

Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles		
Módulo fotovoltaico	L_{som}	FS
1	0.00000	1.00000
2	0.00000	1.00000
3	0.00000	1.00000
4	0.00000	1.00000
5	0.00000	1.00000
6	0.00000	1.00000
7	0.00000	1.00000
8	0.00000	1.00000
9	0.00000	1.00000
10	0.00000	1.00000
11	0.00000	1.00000
12	0.00000	1.00000
13	0.00000	1.00000
14	0.00000	1.00000
15	0.00000	1.00000
16	0.00000	1.00000
17	0.00000	1.00000
18	0.00000	1.00000
19	0.00000	1.00000
20	0.00000	1.00000
21	0.00000	1.00000
22	0.00000	1.00000



2.1.1.3. Valores máximos permitidos para las pérdidas por orientación, inclinación y sombras.

Las pérdidas de radiación causadas por sombreado y por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas en el período de diseño no serán superiores a los valores especificados en la tabla siguiente:

Pérdidas de radiación en el panel	Valor máximo permitido (%)
Inclinación y orientación	20%
Sombras	10%
Combinación de ambas	20%

2.1.1.4. Pérdidas por temperatura.

$$L_{tem} = g \cdot (T_c - 25)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) \cdot \frac{G}{800}$$

- L_{tem} Pérdidas medias por temperatura (Diciembre)
- g Coeficiente de temperatura de la potencia, en 1/°C.
- T_c Temperatura de las células solares, en °C.
- T_{amb} Temperatura ambiente a la sombra, en °C.
- TONC Temperatura de operación nominal del módulo. (44.00 °)
- G Irradiación solar, W/m²

Módulo fotovoltaico	T _c	L _{tem}
1	41.48 °	0.05602
2	41.48 °	0.05602
3	41.48 °	0.05602
4	41.48 °	0.05602
5	41.48 °	0.05602
6	41.48 °	0.05602
7	41.48 °	0.05602
8	41.48 °	0.05602
9	41.48 °	0.05602
10	41.48 °	0.05602
11	41.48 °	0.05602
12	41.48 °	0.05602
13	41.48 °	0.05602
14	41.48 °	0.05602
15	41.48 °	0.05602
16	41.48 °	0.05602
17	41.48 °	0.05602
18	41.48 °	0.05602
19	41.48 °	0.05602
20	41.48 °	0.05602
21	41.48 °	0.05602
22	41.48 °	0.05602

2.1.1.5. Pérdidas por efecto Joule en el cableado.

Pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor, incluyendo las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelos en caso de que se dispongan, etc.
(0.06)

2.1.1.6. Pérdidas por polvo y suciedad.

Dependen del emplazamiento de la instalación y de las condiciones meteorológicas. El valor anual estimado es:

$$L_{pol} = 0.03$$

2.1.1.7. Pérdidas por rendimiento del inversor.

El inversor tiene un rendimiento del 98.20 %, por lo que las pérdidas por rendimiento serán:

$$L_{inv} = 0.02$$

2.1.1.8. Pérdidas por disipación de parámetros entre módulos y por reflectancia angular espectral.

Se estiman en:

$$L_{dis} = 0.02$$

$$L_{ref} = 0.03$$

2.1.2. Potencia máxima de los paneles generadores.

$$P_{mp,max} = 1.2 \cdot P_{mp,min}$$

$P_{mp,max}$ Potencia pico máxima del generador (11713.20 W)

$P_{mp,min}$ Potencia pico mínima del generador (9761.00 W)

2.1.3. Comprobación de la potencia total de la instalación.

La potencia nominal de la instalación fotovoltaica, resultado de multiplicar la potencia de cada panel por el número total de paneles, deberá situarse entre los valores mínimo y máximo anteriormente calculados.

$$P_{mp} = n \cdot P_{pan}$$

P_{mp} Potencia pico del generador (9900.00 W)

n Número total de paneles (22)

P_{pan} Potencia nominal de cada panel (450.00 W)

$$P_{mp,min} (9761.00 W) < P_{mp} (9900.00 W) < P_{mp,max} (11713.20 W) \quad \checkmark$$

2.1.4. Conexión entre los módulos.

La instalación diseñada se compone de una rama de 22 paneles.

2.2. Inversor.

La potencia del inversor será como mínimo el 90.00 % de la potencia instalada.

$$P_{\min,INV} = \% \cdot P_{mp,\min}$$

Potencia mínima del inversor: 8910.00 W

Potencia del inversor: 12000.00 W ✓

La tensión de entrada al inversor se encuentra dentro del rango de tensiones admisibles del equipo. (MPPT 1)

140.00 V < 830.28 V < 1000.00 V ✓

La intensidad de entrada al inversor es inferior a la intensidad admisible del equipo. (MPPT 1)

11.93 A < 26.00 A ✓

2.3. Acumuladores.

Se ha decidido instalar 1 módulo (4 baterías) con los que, con las características facilitadas por el fabricante, se obtiene una autonomía de:

$$A = \frac{C_{20} \cdot PD_{\max} \cdot n_b}{L_D} \cdot \eta_{INV} \cdot \eta_{rb}$$

$$L_D = \frac{E_D}{V_{NOM}}$$

A	Autonomía del sistema de baterías (días)
C ₂₀	Capacidad nominal del acumulador (400.00 Ah)
PD _{max}	Porcentaje de descarga máximo (0.95)
n _b	Número de acumuladores (1)
η _{INV}	Rendimiento del inversor (0.98)
η _{rb}	Rendimiento del conjunto regulador-acumulador (0.98)
L _D	Consumo medio diario de las cargas (812.5 Ah/día)
E _D	Energía demandada (45.50 kWh/día)
V _{nom}	Tensión nominal de acumulación de las baterías (56.00 V)

Con una capacidad (400.00 Ah) del acumulador tipo (C₂₀) se suministra 20 A durante 20 h.

A = 0.449 > 0.400 días ✓



3. AGRUPACIÓN C.

3.1. Potencia del generador.

3.1.1. Energía generada por el panel.

$$P_{mp,min} = \frac{E_D \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot PR}$$

$$PR = (1 - L_{cab}) \cdot (1 - L_{dis}) \cdot (1 - L_{inv}) \cdot (1 - L_{pol}) \cdot (1 - L_{ref}) \cdot (1 - L_{reg}) \cdot (1 - L_{tem}) \cdot (1 - L_{usu})$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) \cdot K \cdot FI \cdot FS$$

- $\beta \leq 15^\circ$:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 \right]$$

- $15^\circ < \beta < 90^\circ$:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right]$$

$$FS = 1 - L_{som}$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = \sum \frac{G_{dm}(\alpha, \beta)_n}{n}$$

- $P_{mp, min}$ Potencia pico mínima del generador (10747.83 W)
- E_D Energía demandada (50.10 kWh/día)
- G_{CEM} Irradiación sobre los paneles en CEM (1 kWh/m²)
- $G_{dm}(0)$ Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano horizontal (4.90 kWh/m² día)
- $G_{dm}(\alpha, \beta)$ Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del panel, en el que se han descontado las pérdidas por sombras (ver tabla)
- FI Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas (ver tabla)
- FS Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles (1 - L_{som}) (ver tabla)
- α Orientación de los paneles respecto al Sur (ver tabla)
- β Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal (ver tabla)
- β_{opt} Inclinación óptima de los paneles respecto a su posición horizontal (38.59 °)

Periodo de diseño	β_{opt}
Invierno	$\phi + 10.00$
Verano	$\phi - 20.00$

ϕ = Latitud del emplazamiento, en grados

- K Factor dependiente de la inclinación óptima de los paneles

Latitud 28°												
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5°	1.05	1.04	1.03	1.01	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03	1.05	1.06	1.06
10°	1.10	1.08	1.05	1.02	1.00	0.99	1.00	1.02	1.06	1.10	1.12	1.12
15°	1.14	1.11	1.07	1.02	0.99	0.98	0.99	1.03	1.08	1.13	1.17	1.17
20°	1.17	1.13	1.08	1.02	0.97	0.95	0.97	1.02	1.09	1.16	1.21	1.21
25°	1.20	1.15	1.08	1.00	0.95	0.93	0.95	1.01	1.09	1.19	1.25	1.24
30°	1.22	1.15	1.07	0.98	0.92	0.89	0.92	0.99	1.09	1.20	1.27	1.27
35°	1.23	1.16	1.06	0.96	0.88	0.85	0.88	0.96	1.08	1.21	1.29	1.29
40°	1.24	1.15	1.04	0.92	0.84	0.80	0.84	0.93	1.06	1.21	1.30	1.30
45°	1.23	1.14	1.01	0.89	0.79	0.75	0.79	0.89	1.04	1.20	1.30	1.30
50°	1.22	1.12	0.98	0.84	0.73	0.69	0.73	0.84	1.00	1.18	1.30	1.30
55°	1.20	1.09	0.94	0.79	0.68	0.63	0.67	0.79	0.96	1.15	1.28	1.28
60°	1.18	1.05	0.90	0.73	0.61	0.57	0.61	0.73	0.92	1.12	1.26	1.26
65°	1.14	1.01	0.85	0.67	0.55	0.50	0.54	0.67	0.86	1.08	1.22	1.23
70°	1.10	0.97	0.79	0.61	0.48	0.42	0.47	0.60	0.81	1.03	1.18	1.19
75°	1.06	0.91	0.73	0.54	0.40	0.35	0.39	0.53	0.74	0.97	1.14	1.15
80°	1.00	0.86	0.66	0.47	0.33	0.27	0.32	0.46	0.67	0.91	1.08	1.10
85°	0.94	0.79	0.59	0.39	0.25	0.19	0.24	0.38	0.60	0.84	1.02	1.04
90°	0.88	0.72	0.52	0.32	0.17	0.11	0.16	0.31	0.53	0.77	0.95	0.98

Latitud 29°												
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5°	1.05	1.04	1.03	1.02	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03	1.05	1.07	1.06
10°	1.10	1.08	1.05	1.02	1.00	0.99	1.00	1.03	1.06	1.10	1.12	1.12
15°	1.15	1.11	1.07	1.03	0.99	0.98	0.99	1.03	1.08	1.14	1.18	1.17
20°	1.18	1.14	1.08	1.02	0.98	0.96	0.98	1.03	1.10	1.17	1.22	1.22
25°	1.21	1.15	1.08	1.01	0.95	0.93	0.95	1.01	1.10	1.20	1.26	1.25
30°	1.23	1.16	1.08	0.99	0.92	0.90	0.92	1.00	1.10	1.21	1.28	1.28
35°	1.24	1.17	1.07	0.97	0.89	0.86	0.89	0.97	1.09	1.22	1.30	1.30
40°	1.25	1.16	1.05	0.93	0.85	0.81	0.85	0.94	1.07	1.22	1.32	1.31
45°	1.24	1.15	1.02	0.90	0.80	0.76	0.80	0.90	1.05	1.21	1.32	1.32
50°	1.23	1.13	0.99	0.85	0.75	0.71	0.74	0.85	1.02	1.19	1.31	1.31
55°	1.22	1.10	0.95	0.80	0.69	0.64	0.68	0.80	0.98	1.17	1.30	1.30
60°	1.19	1.07	0.91	0.75	0.63	0.58	0.62	0.75	0.93	1.14	1.28	1.28
65°	1.16	1.03	0.86	0.69	0.56	0.51	0.55	0.69	0.88	1.10	1.24	1.25
70°	1.12	0.98	0.80	0.62	0.49	0.44	0.48	0.62	0.82	1.05	1.20	1.22
75°	1.07	0.93	0.74	0.55	0.42	0.36	0.41	0.55	0.76	0.99	1.16	1.17
80°	1.02	0.87	0.68	0.48	0.34	0.28	0.33	0.48	0.69	0.93	1.10	1.12
85°	0.96	0.81	0.61	0.41	0.26	0.21	0.25	0.40	0.62	0.87	1.04	1.06
90°	0.90	0.74	0.54	0.33	0.18	0.13	0.17	0.32	0.54	0.79	0.97	1.00

- PR Rendimiento energético (0.78740)
- L_{cab} Pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor, incluyendo las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelos en caso de disponer (0.06)
- L_{dis} Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos (0.02)
- L_{inv} Pérdidas de potencia en el inversor (0.02)
- L_{pol} Pérdidas de potencia debidas al polvo y la suciedad sobre los módulos (0.03)
- L_{ref} Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término es cero. (0.03)
- L_{tem} Pérdidas medias por temperatura (Diciembre) (0.05602)



Potencia pico mínima del generador			
Módulo fotovoltaico	FI	FS	G _{dm} (α,β)
1	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
2	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
3	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
4	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
5	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
6	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
7	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
8	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
9	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
10	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
11	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
12	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
13	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
14	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
15	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
16	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
17	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
18	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
19	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
20	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
21	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
22	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
23	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
24	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
		Valor medio	10800.00 W
		P_{mp, min}	10747.83 W

3.1.1.1. Pérdidas por orientación e inclinación.

- β ≤ 15°:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 \right]$$

- 15° < β < 90°:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right]$$

FI Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas

α Orientación de los paneles respecto al Sur (ver tabla)

β Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal (ver tabla)

β_{opt} Inclinación óptima de los paneles respecto a su posición horizontal (38.59 °)

Periodo de diseño	β _{opt}
Invierno	φ +10.00
Verano	φ -20.00

φ = Latitud del emplazamiento, en grados

Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas			
Módulo fotovoltaico	α	β	FI
1	0.00 °	23.50 °	0.97266
2	0.00 °	23.50 °	0.97266
3	0.00 °	23.50 °	0.97266
4	0.00 °	23.50 °	0.97266
5	0.00 °	23.50 °	0.97266
6	0.00 °	23.50 °	0.97266
7	0.00 °	23.50 °	0.97266
8	0.00 °	23.50 °	0.97266
9	0.00 °	23.50 °	0.97266
10	0.00 °	23.50 °	0.97266
11	0.00 °	23.50 °	0.97266
12	0.00 °	23.50 °	0.97266
13	0.00 °	23.50 °	0.97266
14	0.00 °	23.50 °	0.97266
15	0.00 °	23.50 °	0.97266
16	0.00 °	23.50 °	0.97266
17	0.00 °	23.50 °	0.97266
18	0.00 °	23.50 °	0.97266
19	0.00 °	23.50 °	0.97266
20	0.00 °	23.50 °	0.97266
21	0.00 °	23.50 °	0.97266
22	0.00 °	23.50 °	0.97266
23	0.00 °	23.50 °	0.97266
24	0.00 °	23.50 °	0.97266

3.1.1.2. Pérdidas por sombras.

FS Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles ($FS=1 - L_{som}$) (ver tabla)

Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles		
Módulo fotovoltaico	L_{som}	FS
1	0.00000	1.00000
2	0.00000	1.00000
3	0.00000	1.00000
4	0.00000	1.00000
5	0.00000	1.00000
6	0.00000	1.00000
7	0.00000	1.00000
8	0.00000	1.00000
9	0.00000	1.00000
10	0.00000	1.00000
11	0.00000	1.00000
12	0.00000	1.00000
13	0.00000	1.00000
14	0.00000	1.00000
15	0.00000	1.00000
16	0.00000	1.00000
17	0.00000	1.00000
18	0.00000	1.00000
19	0.00000	1.00000
20	0.00000	1.00000



Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles		
Módulo fotovoltaico	L _{som}	FS
21	0.00000	1.00000
22	0.00000	1.00000
23	0.00000	1.00000
24	0.00000	1.00000

3.1.1.3. Valores máximos permitidos para las pérdidas por orientación, inclinación y sombras.

Las pérdidas de radiación causadas por sombreado y por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas en el período de diseño no serán superiores a los valores especificados en la tabla siguiente:

Pérdidas de radiación en el panel	Valor máximo permitido (%)
Inclinación y orientación	20%
Sombras	10%
Combinación de ambas	20%

3.1.1.4. Pérdidas por temperatura.

$$L_{tem} = g \cdot (T_c - 25)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) \cdot \frac{G}{800}$$

- L_{tem} Pérdidas medias por temperatura (Diciembre)
- g Coeficiente de temperatura de la potencia, en 1/°C.
- T_c Temperatura de las células solares, en °C.
- T_{amb} Temperatura ambiente a la sombra, en °C.
- TONC Temperatura de operación nominal del módulo. (44.00 °)
- G Irradiación solar, W/m²

Módulo fotovoltaico	T _c	L _{tem}
1	41.48 °	0.05602
2	41.48 °	0.05602
3	41.48 °	0.05602
4	41.48 °	0.05602
5	41.48 °	0.05602
6	41.48 °	0.05602
7	41.48 °	0.05602
8	41.48 °	0.05602
9	41.48 °	0.05602
10	41.48 °	0.05602
11	41.48 °	0.05602
12	41.48 °	0.05602
13	41.48 °	0.05602
14	41.48 °	0.05602
15	41.48 °	0.05602
16	41.48 °	0.05602
17	41.48 °	0.05602
18	41.48 °	0.05602
19	41.48 °	0.05602
20	41.48 °	0.05602



Módulo fotovoltaico	T _c	L _{tem}
21	41.48 °	0.05602
22	41.48 °	0.05602
23	41.48 °	0.05602
24	41.48 °	0.05602

3.1.1.5. Pérdidas por efecto Joule en el cableado.

Pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor, incluyendo las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelos en caso de que se dispongan (0.06)

3.1.1.6. Pérdidas por polvo y suciedad.

Dependen del emplazamiento de la instalación y de las condiciones meteorológicas. El valor anual estimado es:

$$L_{pol} = 0.03$$

3.1.1.7. Pérdidas por rendimiento del inversor.

El inversor tiene un rendimiento del 98.20 %, por lo que las pérdidas por rendimiento serán:

$$L_{inv} = 0.02$$

3.1.1.8. Pérdidas por disipación de parámetros entre módulos y por reflectancia angular espectral.

Se estiman en:

$$L_{dis} = 0.02$$

$$L_{ref} = 0.03$$

3.1.2. Potencia máxima de los paneles generadores.

$$P_{mp,max} = 1.2 \cdot P_{mp,min}$$

$P_{mp,max}$ Potencia pico máxima del generador (12897.40 W)

$P_{mp,min}$ Potencia pico mínima del generador (10747.83 W)

3.1.3. Comprobación de la potencia total de la instalación.

La potencia nominal de la instalación fotovoltaica, resultado de multiplicar la potencia de cada panel por el número total de paneles, deberá situarse entre los valores mínimo y máximo anteriormente calculados.

$$P_{mp} = n \cdot P_{pan}$$

P_{mp} Potencia pico del generador (10800.00 W)

n Número total de paneles (24)

P_{pan} Potencia nominal de cada panel (450.00 W)

$$P_{mp,min} (10747.83 W) < P_{mp} (10800.00 W) < P_{mp,max} (12897.40 W) \checkmark$$

3.1.4. Conexión entre los módulos.

La instalación diseñada se compone de una rama de 24 paneles.



3.2. Inversor.

La potencia del inversor será como mínimo el 90.00 % de la potencia instalada.

$$P_{\min,INV} = \% \cdot P_{mp,\min}$$

Potencia mínima del inversor: 9720.00 W

Potencia del inversor: 12000.00 W ✓

La tensión de entrada al inversor se encuentra dentro del rango de tensiones admisibles del equipo. (MPPT 1)

140.00 V < 905.76 V < 1000.00 V ✓

La intensidad de entrada al inversor es inferior a la intensidad admisible del equipo. (MPPT 1)

11.93 A < 26.00 A ✓

3.3. Acumuladores.

Se ha decidido instalar 1 módulo (4 baterías) con los que, con las características facilitadas por el fabricante, se obtiene una autonomía de:

$$A = \frac{C_{20} \cdot PD_{\max} \cdot n_b}{L_D} \cdot \eta_{INV} \cdot \eta_{rb}$$

$$L_D = \frac{E_D}{V_{NOM}}$$

A	Autonomía del sistema de baterías (días)
C ₂₀	Capacidad nominal del acumulador (400.00 Ah)
PD _{max}	Porcentaje de descarga máximo (0.95)
n _b	Número de acumuladores (1)
η _{INV}	Rendimiento del inversor (0.98)
η _{rb}	Rendimiento del conjunto regulador-acumulador (0.98)
L _D	Consumo medio diario de las cargas (894.64 Ah/día)
E _D	Energía demandada (50.10 kWh/día)
V _{nom}	Tensión nominal de acumulación de las baterías (56.00 V)

Con una capacidad (400.00 Ah) del acumulador tipo (C₂₀) se suministra 20 A durante 20 h.

A = 0.408 > 0.400 días ✓



4. AGRUPACIÓN D.

4.1. Potencia del generador.

4.1.1. Energía generada por el panel.

$$P_{mp,min} = \frac{E_D \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot PR}$$

$$PR = (1 - L_{cab}) \cdot (1 - L_{dis}) \cdot (1 - L_{inv}) \cdot (1 - L_{pol}) \cdot (1 - L_{ref}) \cdot (1 - L_{reg}) \cdot (1 - L_{tem}) \cdot (1 - L_{usu})$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) \cdot K \cdot FI \cdot FS$$

- $\beta \leq 15^\circ$:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 \right]$$

- $15^\circ < \beta < 90^\circ$:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right]$$

$$FS = 1 - L_{som}$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = \sum \frac{G_{dm}(\alpha, \beta)_n}{n}$$

$P_{mp, min}$	Potencia pico mínima del generador (7186.67 W)
E_D	Energía demandada (33.50 kWh/día)
G_{CEM}	Irradiación sobre los paneles en CEM (1 kWh/m ²)
$G_{dm}(0)$	Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano horizontal (4.90 kWh/m ² día)
$G_{dm}(\alpha, \beta)$	Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del panel, en el que se han descontado las pérdidas por sombras (ver tabla)
FI	Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas (ver tabla)
FS	Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles (1 - L _{som}) (ver tabla)
α	Orientación de los paneles respecto al Sur (ver tabla)
β	Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal (ver tabla)
β_{opt}	Inclinación óptima de los paneles respecto a su posición horizontal (38.59 °)

Periodo de diseño	β_{opt}
Invierno	$\phi + 10.00$
Verano	$\phi - 20.00$

ϕ = Latitud del emplazamiento, en grados

K Factor dependiente de la inclinación óptima de los paneles

Latitud 28°												
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5°	1.05	1.04	1.03	1.01	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03	1.05	1.06	1.06
10°	1.10	1.08	1.05	1.02	1.00	0.99	1.00	1.02	1.06	1.10	1.12	1.12
15°	1.14	1.11	1.07	1.02	0.99	0.98	0.99	1.03	1.08	1.13	1.17	1.17
20°	1.17	1.13	1.08	1.02	0.97	0.95	0.97	1.02	1.09	1.16	1.21	1.21
25°	1.20	1.15	1.08	1.00	0.95	0.93	0.95	1.01	1.09	1.19	1.25	1.24
30°	1.22	1.15	1.07	0.98	0.92	0.89	0.92	0.99	1.09	1.20	1.27	1.27
35°	1.23	1.16	1.06	0.96	0.88	0.85	0.88	0.96	1.08	1.21	1.29	1.29
40°	1.24	1.15	1.04	0.92	0.84	0.80	0.84	0.93	1.06	1.21	1.30	1.30
45°	1.23	1.14	1.01	0.89	0.79	0.75	0.79	0.89	1.04	1.20	1.30	1.30
50°	1.22	1.12	0.98	0.84	0.73	0.69	0.73	0.84	1.00	1.18	1.30	1.30
55°	1.20	1.09	0.94	0.79	0.68	0.63	0.67	0.79	0.96	1.15	1.28	1.28
60°	1.18	1.05	0.90	0.73	0.61	0.57	0.61	0.73	0.92	1.12	1.26	1.26
65°	1.14	1.01	0.85	0.67	0.55	0.50	0.54	0.67	0.86	1.08	1.22	1.23
70°	1.10	0.97	0.79	0.61	0.48	0.42	0.47	0.60	0.81	1.03	1.18	1.19
75°	1.06	0.91	0.73	0.54	0.40	0.35	0.39	0.53	0.74	0.97	1.14	1.15
80°	1.00	0.86	0.66	0.47	0.33	0.27	0.32	0.46	0.67	0.91	1.08	1.10
85°	0.94	0.79	0.59	0.39	0.25	0.19	0.24	0.38	0.60	0.84	1.02	1.04
90°	0.88	0.72	0.52	0.32	0.17	0.11	0.16	0.31	0.53	0.77	0.95	0.98

Latitud 29°												
Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5°	1.05	1.04	1.03	1.02	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03	1.05	1.07	1.06
10°	1.10	1.08	1.05	1.02	1.00	0.99	1.00	1.03	1.06	1.10	1.12	1.12
15°	1.15	1.11	1.07	1.03	0.99	0.98	0.99	1.03	1.08	1.14	1.18	1.17
20°	1.18	1.14	1.08	1.02	0.98	0.96	0.98	1.03	1.10	1.17	1.22	1.22
25°	1.21	1.15	1.08	1.01	0.95	0.93	0.95	1.01	1.10	1.20	1.26	1.25
30°	1.23	1.16	1.08	0.99	0.92	0.90	0.92	1.00	1.10	1.21	1.28	1.28
35°	1.24	1.17	1.07	0.97	0.89	0.86	0.89	0.97	1.09	1.22	1.30	1.30
40°	1.25	1.16	1.05	0.93	0.85	0.81	0.85	0.94	1.07	1.22	1.32	1.31
45°	1.24	1.15	1.02	0.90	0.80	0.76	0.80	0.90	1.05	1.21	1.32	1.32
50°	1.23	1.13	0.99	0.85	0.75	0.71	0.74	0.85	1.02	1.19	1.31	1.31
55°	1.22	1.10	0.95	0.80	0.69	0.64	0.68	0.80	0.98	1.17	1.30	1.30
60°	1.19	1.07	0.91	0.75	0.63	0.58	0.62	0.75	0.93	1.14	1.28	1.28
65°	1.16	1.03	0.86	0.69	0.56	0.51	0.55	0.69	0.88	1.10	1.24	1.25
70°	1.12	0.98	0.80	0.62	0.49	0.44	0.48	0.62	0.82	1.05	1.20	1.22
75°	1.07	0.93	0.74	0.55	0.42	0.36	0.41	0.55	0.76	0.99	1.16	1.17
80°	1.02	0.87	0.68	0.48	0.34	0.28	0.33	0.48	0.69	0.93	1.10	1.12
85°	0.96	0.81	0.61	0.41	0.26	0.21	0.25	0.40	0.62	0.87	1.04	1.06
90°	0.90	0.74	0.54	0.33	0.18	0.13	0.17	0.32	0.54	0.79	0.97	1.00

- PR Rendimiento energético (0.78740)
- L_{cab} Pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor, incluyendo las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelos en caso de disponer (0.06)
- L_{dis} Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos (0.02)
- L_{inv} Pérdidas de potencia en el inversor (0.02)
- L_{pol} Pérdidas de potencia debidas al polvo y la suciedad sobre los módulos (0.03)
- L_{ref} Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término es cero. (0.03)
- L_{tem} Pérdidas medias por temperatura (Diciembre) (0.05602)



Potencia pico mínima del generador			
Módulo fotovoltaico	FI	FS	G _{dm} (α,β)
1	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
2	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
3	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
4	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
5	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
6	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
7	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
8	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
9	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
10	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
11	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
12	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
13	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
14	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
15	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
16	0.97266	1.00000	5.92 kWh/m ² día
		Valor medio	7200.00 W
		P_{mp, min}	7186.67 W

4.1.1.1. Pérdidas por orientación e inclinación.

- β ≤ 15°:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 \right]$$

- 15° < β < 90°:

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right]$$

FI Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas

α Orientación de los paneles respecto al Sur (ver tabla)

β Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal (ver tabla)

β_{opt} Inclinación óptima de los paneles respecto a su posición horizontal (38.59 °)

Periodo de diseño	β _{opt}
Invierno	φ +10.00
Verano	φ -20.00

φ = Latitud del emplazamiento, en grados

Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas			
Módulo fotovoltaico	α	β	FI
1	0.00 °	23.50 °	0.97266
2	0.00 °	23.50 °	0.97266
3	0.00 °	23.50 °	0.97266
4	0.00 °	23.50 °	0.97266
5	0.00 °	23.50 °	0.97266
6	0.00 °	23.50 °	0.97266
7	0.00 °	23.50 °	0.97266
8	0.00 °	23.50 °	0.97266
9	0.00 °	23.50 °	0.97266
10	0.00 °	23.50 °	0.97266
11	0.00 °	23.50 °	0.97266
12	0.00 °	23.50 °	0.97266
13	0.00 °	23.50 °	0.97266
14	0.00 °	23.50 °	0.97266
15	0.00 °	23.50 °	0.97266
16	0.00 °	23.50 °	0.97266

4.1.1.2. Pérdidas por sombras.

FS Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles ($1 - L_{som}$) (ver tabla)

Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles		
Módulo fotovoltaico	L_{som}	FS
1	0.00000	1.00000
2	0.00000	1.00000
3	0.00000	1.00000
4	0.00000	1.00000
5	0.00000	1.00000
6	0.00000	1.00000
7	0.00000	1.00000
8	0.00000	1.00000
9	0.00000	1.00000
10	0.00000	1.00000
11	0.00000	1.00000
12	0.00000	1.00000
13	0.00000	1.00000
14	0.00000	1.00000
15	0.00000	1.00000
16	0.00000	1.00000

4.1.1.3. Valores máximos permitidos para las pérdidas por orientación, inclinación y sombras.

Las pérdidas de radiación causadas por sombreado y por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas en el período de diseño no serán superiores a los valores especificados en la tabla siguiente:

Pérdidas de radiación en el panel	Valor máximo permitido (%)
Inclinación y orientación	20%
Sombras	10%
Combinación de ambas	20%

4.1.1.4. Pérdidas por temperatura.

$$L_{tem} = g \cdot (T_c - 25)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) \cdot \frac{G}{800}$$

- L_{tem} Pérdidas medias por temperatura (Diciembre)
- g Coeficiente de temperatura de la potencia, en 1/°C.
- T_c Temperatura de las células solares, en °C.
- T_{amb} Temperatura ambiente a la sombra, en °C.
- TONC Temperatura de operación nominal del módulo. (44.00 °)
- G Irradiación solar, W/m²

Módulo fotovoltaico	T _c	L _{tem}
1	41.48 °	0.05602
2	41.48 °	0.05602
3	41.48 °	0.05602
4	41.48 °	0.05602
5	41.48 °	0.05602
6	41.48 °	0.05602
7	41.48 °	0.05602
8	41.48 °	0.05602
9	41.48 °	0.05602
10	41.48 °	0.05602
11	41.48 °	0.05602
12	41.48 °	0.05602
13	41.48 °	0.05602
14	41.48 °	0.05602
15	41.48 °	0.05602
16	41.48 °	0.05602

4.1.1.5. Pérdidas por efecto Joule en el cableado.

Pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor, incluyendo las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelos en caso de que se dispongan, etc.
(0.06)

4.1.1.6. Pérdidas por polvo y suciedad.

Dependen del emplazamiento de la instalación y de las condiciones meteorológicas. El valor anual estimado es:

$$L_{pol} = 0.03$$

4.1.1.7. Pérdidas por rendimiento del inversor.

El inversor tiene un rendimiento del 98.20 %, por lo que las pérdidas por rendimiento serán:

$$L_{inv} = 0.02$$

4.1.1.8. Pérdidas por disipación de parámetros entre módulos y por reflectancia angular espectral.

Se estiman en:

$$L_{dis} = 0.02$$

$$L_{ref} = 0.03$$

4.1.2. Potencia máxima de los paneles generadores.

$$P_{mp,max} = 1.2 \cdot P_{mp,min}$$

$P_{mp,max}$ Potencia pico máxima del generador (8624.00 W)

$P_{mp,min}$ Potencia pico mínima del generador (7186.67 W)

4.1.3. Comprobación de la potencia total de la instalación.

La potencia nominal de la instalación fotovoltaica, resultado de multiplicar la potencia de cada panel por el número total de paneles, deberá situarse entre los valores mínimo y máximo anteriormente calculados.

$$P_{mp} = n \cdot P_{pan}$$

P_{mp} Potencia pico del generador (7200.00 W)

n Número total de paneles (16)

P_{pan} Potencia nominal de cada panel (450.00 W)

$$P_{mp,min} (7186.67 W) < P_{mp} (7200.00 W) < P_{mp,max} (8624.00 W) \checkmark$$

4.1.4. Conexión entre los módulos.

La instalación diseñada se compone de una rama de 16 paneles.

4.2. Inversor.

La potencia del inversor será como mínimo el 90.00 % de la potencia instalada.

$$P_{\min,INV} = \% \cdot P_{mp,\min}$$

Potencia mínima del inversor: 6480.00 W

Potencia del inversor: 12000.00 W ✓

La tensión de entrada al inversor se encuentra dentro del rango de tensiones admisibles del equipo. (MPPT 1)

140.00 V < 603.84 V < 1000.00 V ✓

La intensidad de entrada al inversor es inferior a la intensidad admisible del equipo. (MPPT 1)

11.93 A < 26.00 A ✓

4.3. Acumuladores.

Se ha decidido instalar 1 módulo (4 baterías) con los que, con las características facilitadas por el fabricante, se obtiene una autonomía de:

$$A = \frac{C_{20} \cdot PD_{\max} \cdot n_b}{L_D} \cdot \eta_{INV} \cdot \eta_{rb}$$

$$L_D = \frac{E_D}{V_{NOM}}$$

A	Autonomía del sistema de baterías (días)
C ₂₀	Capacidad nominal del acumulador (400.00 Ah)
PD _{max}	Porcentaje de descarga máximo (0.95)
n _b	Número de acumuladores (1)
η _{INV}	Rendimiento del inversor (0.98)
η _{rb}	Rendimiento del conjunto regulador-acumulador (0.98)
L _D	Consumo medio diario de las cargas (598.21 Wh/día)
E _D	Energía demandada (33.50 kWh/día)
V _{nom}	Tensión nominal de acumulación de las baterías (56.00 V)

Con una capacidad (400.00 Ah) del acumulador tipo (C₂₀) se suministra 20 A durante 20 h.

A = 0.610 > 0.400 días ✓

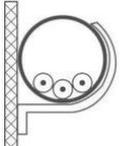


5. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.

5.1. Conexionado de paneles solares y dispositivos.

5.1.1. Cableado exterior e interior.

Intensidad admisible (UNE-HD 60364-5-52, Anexo B)

Método de instalación de referencia (tabla B.52.1)	
	B1: Conductores aislados en un tubo sobre una pared de madera Aislamiento termoestable.

La tabla B.52.1 detalla los métodos de instalación de referencia para los cuales se refieren las corrientes admisibles tabuladas en las tablas B.52.2 a B.52.13.

Tabla de intensidades admisibles: *B.52.3, columna 4 (1.50 a 300.00 mm²)*

Sección nominal de los conductores: *6.00 mm², Cobre*

Intensidad admisible: *54.00 A*

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Cuando la temperatura ambiente en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables difiera de la temperatura ambiente de referencia, el factor de corrección apropiado dado en las tablas B.52.14 y B.52.15 debe aplicarse a los valores de los corrientes admisibles recogidos en las tablas B52.2 a B52.13.

Temperatura ambiente del emplazamiento: *25.00 °C*

Temperatura ambiente de referencia: *30.00 °C*

Rango admisible: *10.00 a 80.00 °C*

Factor de corrección por temperatura (*tabla B.52.14*): *1.04*

GRUPOS QUE CONTIENEN MÁS DE UN CIRCUITO

Las corrientes admisibles dadas en las tablas B.52.2 a B.52.7 se refieren a circuitos individuales. Cuando en el mismo grupo se instalan más conductores aislados o cables, deben aplicarse los factores de reducción por agrupamiento especificados en las tablas B.52.17 a B.52.19.

Tabla B.52.17 - Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.

Disposición (en contacto): Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente (punto 1).

Número de circuitos o de cables multipolares: *1*

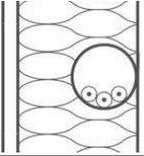
Factor de agrupamiento: *1.00*

$$I = 12.65 \text{ A} \leq 54.00 \text{ A} \times 1.04 \times 1.00 = 56.16 \text{ A} \quad \checkmark$$

5.2. Conexión de paneles al regulador.

5.2.1. Cableado enterrado e interior.

Intensidad admisible (UNE-HD 60364-5-52, Anexo B)

Método de instalación de referencia (tabla B.52.1)	
	A1: Conductores aislados en un conducto en pared térmicamente aislante Aislamiento termoestable.

La tabla B.52.1 detalla los métodos de instalación de referencia para los cuales se refieren las corrientes admisibles tabuladas en las tablas B.52.2 a B.52.13.

Tabla de intensidades admisibles: *B.52.3, columna 2 (1.50 a 300.00 mm²)*

Sección nominal de los conductores: *6.00 mm², Cobre*

Intensidad admisible: *45.00 A*

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Cuando la temperatura ambiente en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables difiera de la temperatura ambiente de referencia, el factor de corrección apropiado dado en las tablas B.52.14 y B.52.15 debe aplicarse a los valores de las corrientes admisibles recogidas en las tablas B.52.2 a B.52.13.

Temperatura ambiente del emplazamiento: *25.00 °C*

Temperatura ambiente de referencia: *30.00 °C*

Rango admisible: *10.00 a 80.00 °C*

Factor de corrección por temperatura (*tabla B.52.14*): *1.04*

GRUPOS QUE CONTIENEN MÁS DE UN CIRCUITO

Las corrientes admisibles dadas en las tablas B.52.2 a B.52.7 se refieren a circuitos individuales. Cuando en el mismo grupo se instalan más conductores aislados o cables, deben aplicarse los factores de reducción por agrupamiento especificados en las tablas B.52.17 a B.52.19.

Tabla B.52.17 - Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.

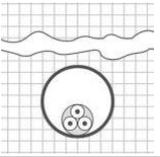
Disposición (en contacto): Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente (punto 1).

Número de circuitos o de cables multipolares: *1*

Factor de agrupamiento: *1.00*

$$I = 12.65 \text{ A} \leq 45.00 \text{ A} \times 1.04 \times 1.00 = 46.80 \text{ A} \quad \checkmark$$

Intensidad admisible (UNE-HD 60364-5-52, Anexo B)

Método de instalación de referencia (tabla B.52.1)	
	<p>D1: Cable unipolar o multipolar en conductos en el suelo Aislamiento termoestable.</p>

La tabla B.52.1 detalla los métodos de instalación de referencia para los cuales se refieren las corrientes admisibles tabuladas en las tablas B.52.2 a B.52.13.

Tabla de intensidades admisibles: *B.52.3, columna 7 (1.50 a 300.00 mm²)*

Sección nominal de los conductores: *6.00 mm², Cobre*

Intensidad admisible: *53.00 A*

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Cuando la temperatura ambiente en la ubicación prevista de los conductores aislados o cables difiera de la temperatura ambiente de referencia, el factor de corrección apropiado dado en las tablas B.52.14 y B.52.15 debe aplicarse a los valores de las corrientes admisibles recogidas en las tablas B52.2 a B52.13.

Temperatura ambiente del emplazamiento: *25.00 °C*

Temperatura ambiente de referencia: *20.00 °C*

Rango admisible: *10.00 a 80.00 °C*

Factor de corrección por temperatura (*tabla B.52.15*): *0.96*

FACTOR DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO

En lugares donde la resistividad térmica efectiva del terreno es superior a 2,5 K·m/W, se debería aplicar una apropiada reducción en las corrientes admisibles o reemplazar el terreno inmediatamente alrededor de los cables por un material más adecuado. Normalmente se pueden reconocer por las condiciones muy secas del suelo. Los factores de corrección para las resistividades térmicas del terreno diferentes a 2,5 K·m/W se especifican en la tabla B.52.16.

Resistividad térmica del emplazamiento: *2.50 K·m/W*

Factor de corrección por resistividad (*tabla B.52.16*): *1.00*

FACTOR DE CORRECCIÓN POR PROFUNDIDAD

Tabla A.7: Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación.

Factor de corrección por profundidad: *1.00*

Profundidad de instalación: *0.70 m*

GRUPOS QUE CONTIENEN MÁS DE UN CIRCUITO

Las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.7 se refieren a circuitos individuales. Cuando en el mismo grupo se instalan más conductores aislados o cables, deben aplicarse los factores de reducción por agrupamiento especificados en las tablas B.52.17 a B.52.19.

Tabla B.52.19 - Factores de reducción para más de un circuito, cables en conductos enterrados en el suelo (método de instalación D1 de las tablas B.52.2 a B.52.5).

Cables unipolares en conductos individuales

Factor de agrupamiento: *1.00*

Número de circuitos unipolares de dos o de tres cables: *1*

$$I = 12.65 A \leq 53.00 A \times 0.96 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00 = 50.88 A \quad \checkmark$$

6. CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE.

6.1. Conexionado de paneles solares y dispositivos.

6.1.1. Cableado exterior e interior del caso más desfavorable.

Caída de tensión máxima admisible en B1, instalación fotovoltaica

La caída de tensión admisible será:

Instalación fotovoltaica 3.00 %

Valor de la caída de tensión:

0.24 % ≤ 3.00 % ✓

GUÍA-BT-ANEXO 2: CÁLCULO DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \operatorname{sen} \varphi \quad [1]$$

I	Intensidad calculada (11.93 A)
R	Resistencia de la línea (0.004 Ω), ver apartado (A)
X	Reactancia de la línea (0.000 Ω), ver apartado (C)
φ	Ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga;
cos φ	1.00
sen φ	0.00

Basta con sustituir la intensidad calculada en función de la potencia en la fórmula [1], y tener en cuenta que en trifásico la caída de tensión de línea será raíz de tres veces la caída de tensión de fase calculada según [1], y que en monofásico habrá que multiplicarla por un factor de dos para tener en cuenta tanto el conductor de ida como el de retorno.

Caída de tensión en monofásico: $\Delta U_I = 2 \cdot \Delta U = 0.091 \text{ V}$

Caída de tensión, porcentaje: $100 \cdot \frac{\Delta U_I}{U_1} = 0.24 \%$

U_1 (Tensión de la línea): 37.74 V

A) RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE CONTINUA

Si tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$$R_{tcc} = R_{20cc} [1 + \alpha (\theta - 20)] \quad [9]$$

$$R_{20cc} = \rho_{20} L / S \quad [10]$$

R_{tcc}	Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ (0.004 Ω)
R_{20cc}	Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura 20°C (0.003 Ω)
α	Coefficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}\text{C}^{-1}$ para cables de cobre (0.00392)
θ	Temperatura máxima en servicio prevista del cable (42.26 $^{\circ}\text{C}$), ver apartado (B)
ρ_{20}	Resistividad del conductor a 20°C para cables de cobre (0.018 $\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$)
S	Sección del conductor (6.00 mm^2)
L	Longitud de la línea (1.14 m)

B) TEMPERATURA ESTIMADA EN EL CONDUCTOR

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx}} - T_0) * (I / I_{\text{máx}})^2 \quad [17]$$

T	Temperatura real estimada en el conductor (42.26 $^{\circ}\text{C}$)
$T_{\text{máx}}$	Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (90.00 $^{\circ}\text{C}$)
T_0	Temperatura ambiente del conductor (40.00 $^{\circ}\text{C}$)
I	Intensidad prevista para el conductor (11.93 A)
$I_{\text{máx}}$	Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (56.16 A)

C) REACTANCIA DEL CABLE (Según el criterio de la Guía-BT-Anexo 2)

La reactancia de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En ausencia de datos se puede estimar la reactancia como un incremento adicional de la resistencia de acuerdo a la siguiente tabla:

Sección	Reactancia inductiva (X)
$S \leq 120 \text{ mm}^2$	$X \approx 0$
$S = 150 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.15 \text{ R}$
$S = 185 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.20 \text{ R}$
$S = 240 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.25 \text{ R}$

Para secciones menores de o iguales a 120 mm^2 , la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia.

6.2. Conexión de paneles al regulador.

6.2.1. Cableado enterrado e interior del caso más desfavorable.

Caída de tensión máxima admisible en A1, instalación fotovoltaica

La caída de tensión admisible será:

Instalación fotovoltaica 3.00 %

Valor de la caída de tensión:

0.04 % ≤ 3.00 % ✓

GUÍA-BT-ANEXO 2: CÁLCULO DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \operatorname{sen} \varphi \quad [1]$$

I	Intensidad calculada (11.93 A)
R	Resistencia de la línea (0.011 Ω), ver apartado (A)
X	Reactancia de la línea (0.000 Ω), ver apartado (C)
φ	Ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga;
cos φ	1.00
sen φ	0.00

Basta con sustituir la intensidad calculada en función de la potencia en la fórmula [1], y tener en cuenta que en trifásico la caída de tensión de línea será raíz de tres veces la caída de tensión de fase calculada según [1], y que en monofásico habrá que multiplicarla por un factor de dos para tener en cuenta tanto el conductor de ida como el de retorno.

$$\text{Caída de tensión en monofásico: } \Delta U_I = 2 \cdot \Delta U = 0.258 \text{ V}$$

$$\text{Caída de tensión, porcentaje: } 100 \cdot \frac{\Delta U_I}{U_1} = 0.04 \%$$

U_1 (Tensión de la línea): 603.84 V

A) RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE CONTINUA

Si tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$$R_{\text{tcc}} = R_{20\text{cc}} [1 + \alpha(\theta - 20)] \quad [9]$$

$$R_{20\text{cc}} = \rho_{20} L / S \quad [10]$$

- R_{tcc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ (0.011 Ω)
- R_{20cc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura 20°C (0.010 Ω)
- α Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en °C⁻¹ para cables de cobre (0.00392)
- θ Temperatura máxima en servicio prevista del cable (43.25 °C), ver apartado (B)
- ρ_{20} Resistividad del conductor a 20°C para cables de cobre (0.018 $\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$)
- S Sección del conductor (6.00 mm²)
- L Longitud de la línea (3.24 m)

B) TEMPERATURA ESTIMADA EN EL CONDUCTOR

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T₀ (25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx}} - T_0) * (I / I_{\text{máx}})^2 \quad [17]$$

- T Temperatura real estimada en el conductor (43.25 °C)
- T_{máx} Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (90.00 °C)
- T₀ Temperatura ambiente del conductor (40.00 °C)
- I Intensidad prevista para el conductor (11.93 A)
- I_{máx} Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (46.80 A)

C) REACTANCIA DEL CABLE (Según el criterio de la Guía-BT-Anexo 2)

La reactancia de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En ausencia de datos se puede estimar la reactancia como un incremento adicional de la resistencia de acuerdo a la siguiente tabla:

Sección	Reactancia inductiva (X)
S ≤ 120 mm ²	X ≈ 0
S = 150 mm ²	X ≈ 0.15 R
S = 185 mm ²	X ≈ 0.20 R
S = 240 mm ²	X ≈ 0.25 R

Para secciones menores de o iguales a 120 mm², la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia.

Caída de tensión máxima admisible en D1, instalación fotovoltaica

La caída de tensión admisible será:

Instalación fotovoltaica 3.00 %

Valor de la caída de tensión:

0.19 % ≤ 3.00 % ✓

GUÍA-BT-ANEXO 2: CÁLCULO DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \operatorname{sen} \varphi \quad [1]$$

I	Intensidad calculada (11.93 A)
R	Resistencia de la línea (0.073 Ω), ver apartado (A)
X	Reactancia de la línea (0.000 Ω), ver apartado (C)
φ	Ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga;
cos φ	1.00
sen φ	0.00

Basta con sustituir la intensidad calculada en función de la potencia en la fórmula [1], y tener en cuenta que en trifásico la caída de tensión de línea será raíz de tres veces la caída de tensión de fase calculada según [1], y que en monofásico habrá que multiplicarla por un factor de dos para tener en cuenta tanto el conductor de ida como el de retorno.

$$\text{Caída de tensión en monofásico: } \Delta U_I = 2 \cdot \Delta U = 1.751 \text{ V}$$

$$\text{Caída de tensión, porcentaje: } 100 \cdot \frac{\Delta U_I}{U_1} = 0.19 \%$$

$$U_1 \text{ (Tensión de la línea): } 905.76 \text{ V}$$

A) RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE CONTINUA

Si tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$$R_{\text{tcc}} = R_{20\text{cc}} [1 + \alpha (\theta - 20)] \quad [9]$$

$$R_{20\text{cc}} = \rho_{20} L / S \quad [10]$$

R_{tcc}	Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ (0.072Ω)
R_{20cc}	Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura 20°C (0.070Ω)
α	Coefficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}\text{C}^{-1}$ para cables de cobre (0.00392)
θ	Temperatura máxima en servicio prevista del cable (28.57°C), ver apartado (B)
ρ_{20}	Resistividad del conductor a 20°C para cables de cobre ($0.018 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$)
S	Sección del conductor (6.00 mm^2)
L	Longitud de la línea (23.20 m)

B) TEMPERATURA ESTIMADA EN EL CONDUCTOR

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx}} - T_0) * (I / I_{\text{máx}})^2 \quad [17]$$

T	Temperatura real estimada en el conductor (28.57°C)
$T_{\text{máx}}$	Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (90.00°C)
T_0	Temperatura ambiente del conductor (25.00°C)
I	Intensidad prevista para el conductor (11.93 A)
$I_{\text{máx}}$	Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (50.88 A)

C) REACTANCIA DEL CABLE (Según el criterio de la Guía-BT-Anexo 2)

La reactancia de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En ausencia de datos se puede estimar la reactancia como un incremento adicional de la resistencia de acuerdo a la siguiente tabla:

Sección	Reactancia inductiva (X)
$S \leq 120 \text{ mm}^2$	$X \approx 0$
$S = 150 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.15 \text{ R}$
$S = 185 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.20 \text{ R}$
$S = 240 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.25 \text{ R}$

Para secciones menores de o iguales a 120 mm^2 , la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia.

7. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.

7.1. Conexión de paneles solares y dispositivos.

7.1.1. Cableado exterior e interior.

Coordinación entre conductores y dispositivos de protección contra sobrecargas en B1, (UNE-HD 60364-4-43, apartado 433.1 y apartado 433.2)

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las siguientes dos condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z = 81.43 \text{ A}$$



- I_B Intensidad de diseño del circuito (12.65 A)
 I_n Intensidad asignada del dispositivo de protección (Fusible, 16.00 A)
 Para dispositivos de protección ajustables, la intensidad asignada I_n es la corriente seleccionada
- I_Z Intensidad permanente admisible del cable (56.16 A)
 I_2 Intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección (25.60 A)

- Según el apartado 433.2.2 de la norma UNE-HD 60364-4-43, se puede situar el dispositivo que protege el cable contra sobrecargas a lo largo del recorrido del conductor si la parte del recorrido entre el punto donde un cambio ocurre y la posición del dispositivo de protección no hay ni circuito de derivación ni toma de corriente y el cable está protegido contra intensidad de cortocircuito de acuerdo con los requisitos indicados en el apartado 434 de la citada norma.

7.2. Conexión de paneles al regulador.

7.2.1. Cableado enterrado e interior.

Coordinación entre conductores y dispositivos de protección contra sobrecargas en A1, (UNE-HD 60364-4-43, apartado 433.1 y apartado 433.2)

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las siguientes dos condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z = 67.86 \text{ A}$$



- I_B Intensidad de diseño del circuito (12.65 A)
 I_n Intensidad asignada del dispositivo de protección (Fusible, 16.00 A)
 Para dispositivos de protección ajustables, la intensidad asignada I_n es la corriente seleccionada
- I_Z Intensidad permanente admisible del cable (46.80 A)
 I_2 Intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección (25.60 A)

- Según el apartado 433.2.2 de la norma UNE-HD 60364-4-43, se puede situar el dispositivo que protege el cable contra sobrecargas a lo largo del recorrido del conductor si la parte del recorrido entre el punto donde un cambio ocurre y la posición del dispositivo de protección no hay ni circuito de derivación ni toma de corriente y el cable está protegido contra intensidad de cortocircuito de acuerdo con los requisitos indicados en el apartado 434 de la citada norma.

Coordinación entre conductores y dispositivos de protección contra sobrecargas en D1,
(UNE-HD 60364-4-43, apartado 433.1 y apartado 433.2)

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las siguientes dos condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$
$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z = 73.78 \text{ A}$$



I_B Intensidad de diseño del circuito (12.65 A)

I_n Intensidad asignada del dispositivo de protección (*Fusible*, 16.00 A)

Para dispositivos de protección ajustables, la intensidad asignada I_n es la corriente seleccionada

I_Z Intensidad permanente admisible del cable (50.88 A)

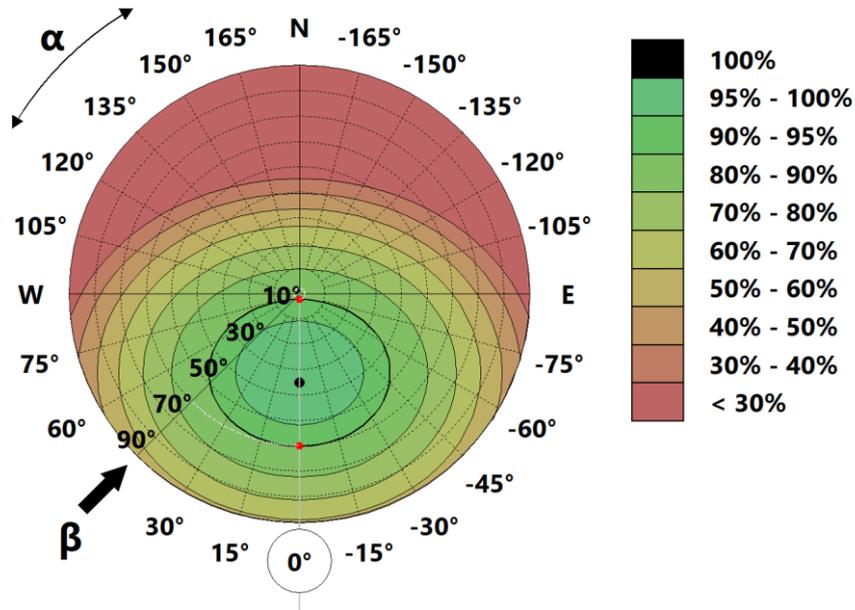
I_2 Intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección (25.60 A)

- Según el apartado 433.2.2 de la norma UNE-HD 60364-4-43, se puede situar el dispositivo que protege el cable contra sobrecargas a lo largo del recorrido del conductor si la parte del recorrido entre el punto donde un cambio ocurre y la posición del dispositivo de protección no hay ni circuito de derivación ni toma de corriente y el cable está protegido contra intensidad de cortocircuito de acuerdo con los requisitos indicados en el apartado 434 de la citada norma.

8. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE MÓDULOS 1.

8.1. Pérdidas por orientación e inclinación (Plano horizontal).

Tomando los valores de orientación ($\alpha = 0.00$), inclinación ($\beta = 23.50$) y latitud ($\phi = 28.59$) y conociendo las condiciones de implantación (Plano horizontal) se está en disposición de determinar los valores de inclinación máxima y mínima permitidas por norma.



$$\beta_{\max \text{ gráfico}} = 59.87$$

$$\beta_{\min \text{ gráfico}} = 2.13$$

Se corrige la ϕ con la siguiente fórmula, para comprobar los límites reales de β :

$$\beta_{\max} = \beta_{\max \text{ gráfico}} - (41^\circ - \phi)$$

$$\beta_{\min} = \beta_{\min \text{ gráfico}} - (41^\circ - \phi)$$

$$\beta_{\min} (0.00) < \beta (23.50) < \beta_{\max} (47.46) \checkmark$$

Dado que el caso en estudio se encuentra cerca del límite, se utiliza, como instrumento de verificación, la fórmula siguiente:

$$- 15^\circ < \beta < 90^\circ:$$

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{\text{opt}})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right]$$

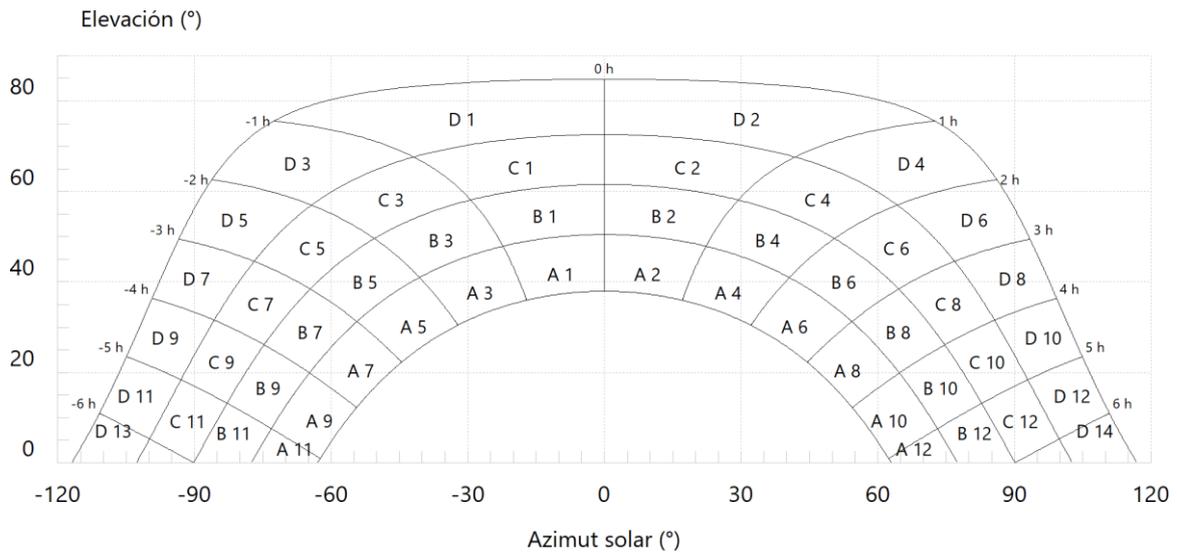
$$FI (0.97266) \geq 0.80 \checkmark$$

8.2. Pérdidas por sombras (Plano horizontal).

Para obtener las pérdidas por sombras se toma el diagrama de trayectorias del sol correspondiente al emplazamiento de la instalación y se superpone el perfil de obstáculos que generan sombras sobre los paneles.

A continuación, tras seleccionar la tabla que más se asemeje a las condiciones de inclinación y orientación seleccionados, se accede a la tabla correspondiente utilizando las letras y los números de las casillas cubiertas en el diagrama. Con ello se obtienen los valores del porcentaje de pérdidas correspondiente.

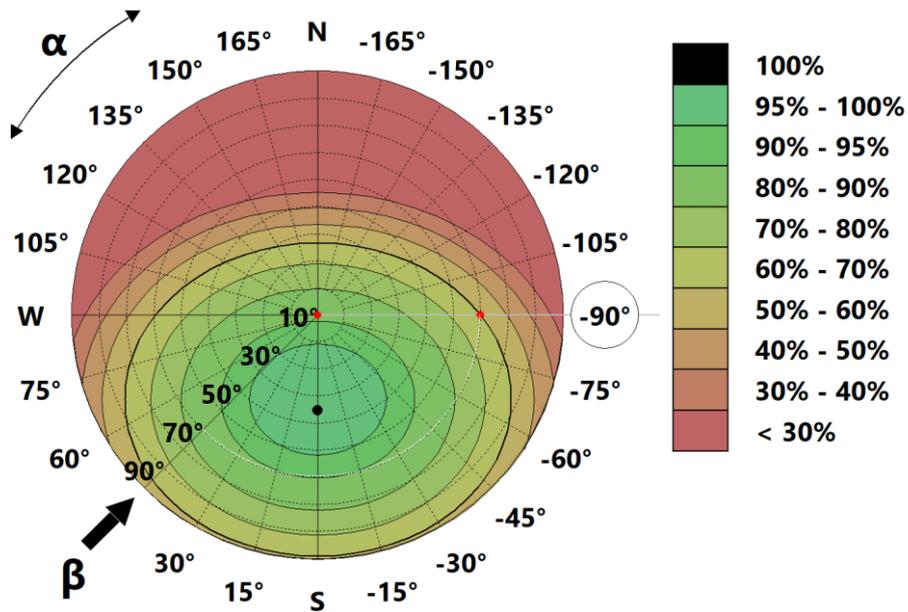
En función de si las casillas del diagrama están total o parcialmente cubiertas se le aplicará un coeficiente de ponderación (0.25-0.5-0.75-1) a cada una antes de realizar el sumatorio de los valores obtenidos.



9. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE MÓDULOS 2.

9.1. Pérdidas por orientación e inclinación (Plano inclinado).

Tomando los valores de orientación ($\alpha = -90.00$), inclinación ($\beta = 11.50$) y latitud ($\phi = 28.59$) y conociendo las condiciones de implantación (Integración arquitectónica) se está en disposición de determinar los valores de inclinación máxima y mínima permitidas por norma.



$$\beta_{\max \text{ gráfico}} = 59.58$$

$$\beta_{\min \text{ gráfico}} = 0.00$$

Se corrige la ϕ con la siguiente fórmula, para comprobar los límites reales de β :

$$\beta_{\max} = \beta_{\max \text{ gráfico}} - (41^\circ - \phi)$$

$$\beta_{\min} = \beta_{\min \text{ gráfico}} - (41^\circ - \phi)$$

$$\beta_{\min} (0.00) < \beta (11.50) < \beta_{\max} (47.18) \checkmark$$

Dado que el caso en estudio se encuentra cerca del límite, se utiliza, como instrumento de verificación, la fórmula siguiente:

$$-\beta \leq 15^\circ:$$

$$FI = 1 - \left[1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{\text{opt}})^2 \right]$$

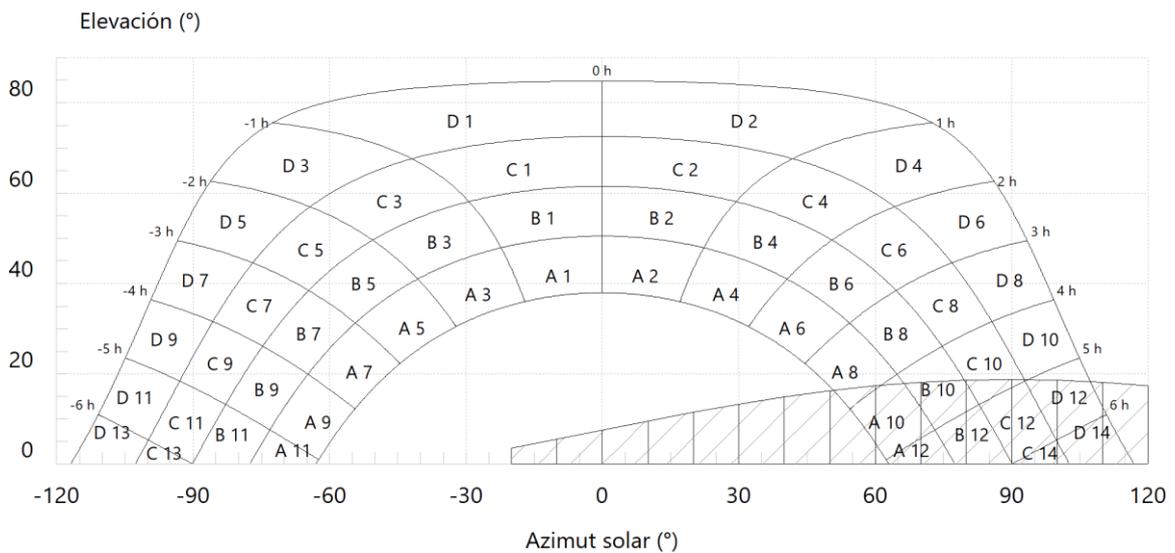
$$FI (0.91191) \geq 0.80 \checkmark$$

9.2. Pérdidas por sombras (Plano inclinado).

Para obtener las pérdidas por sombras se toma el diagrama de trayectorias del sol correspondiente al emplazamiento de la instalación y se superpone el perfil de obstáculos que generan sombras sobre los paneles.

A continuación, tras seleccionar la tabla que más se asemeje a las condiciones de inclinación y orientación seleccionados, se accede a la tabla correspondiente utilizando las letras y los números de las casillas cubiertas en el diagrama. Con ello se obtienen los valores del porcentaje de pérdidas correspondiente.

En función de si las casillas del diagrama están total o parcialmente cubiertas se le aplicará un coeficiente de ponderación (0.25-0.5-0.75-1) a cada una antes de realizar el sumatorio de los valores obtenidos.

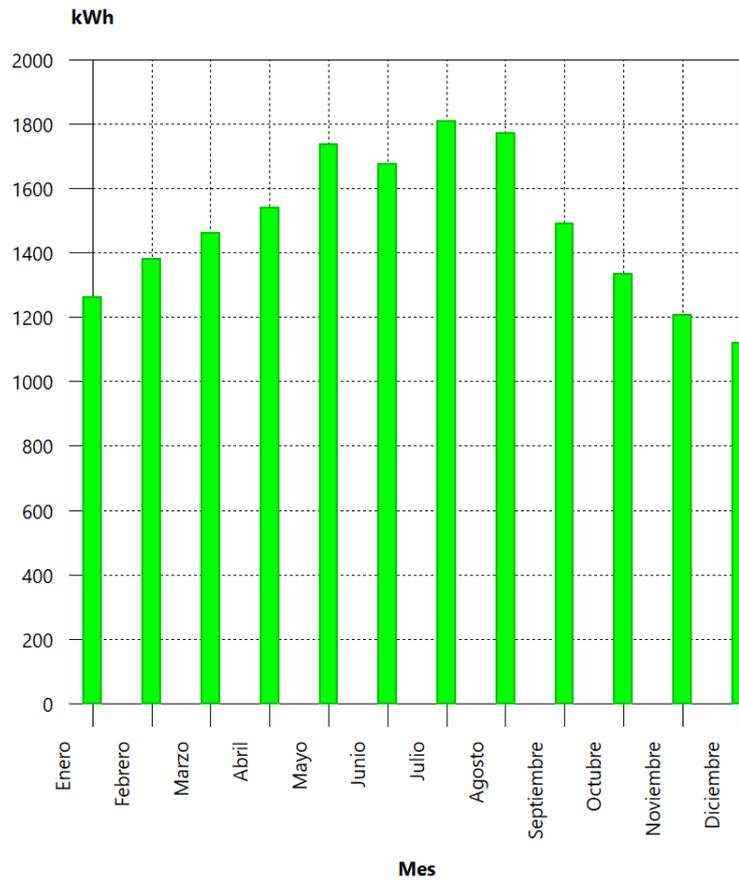


(inclinación 11.50°, orientación -90.00°)			
Porción	Factor de llenado (real)	Pérdidas (%)	Contribución (%)
A 8	0.00 (0.12)	1.50	0.00
A 10	1.00 (0.97)	0.60	0.60
A 12	1.00 (1.00)	0.00	0.00
B 10	0.50 (0.61)	0.70	0.35
B 12	1.00 (1.00)	0.20	0.20
C 10	0.25 (0.21)	1.00	0.25
C 12	1.00 (1.00)	0.40	0.40
C 14	1.00 (1.00)	0.10	0.10
D 10	0.00 (0.00)	2.80	0.00
D 12	0.75 (0.81)	1.60	1.20
D 14	1.00 (1.00)	0.60	0.60
		TOTAL (%)	3.70

10. RESUMEN DE PREVISIÓN DE PRODUCCIÓN.

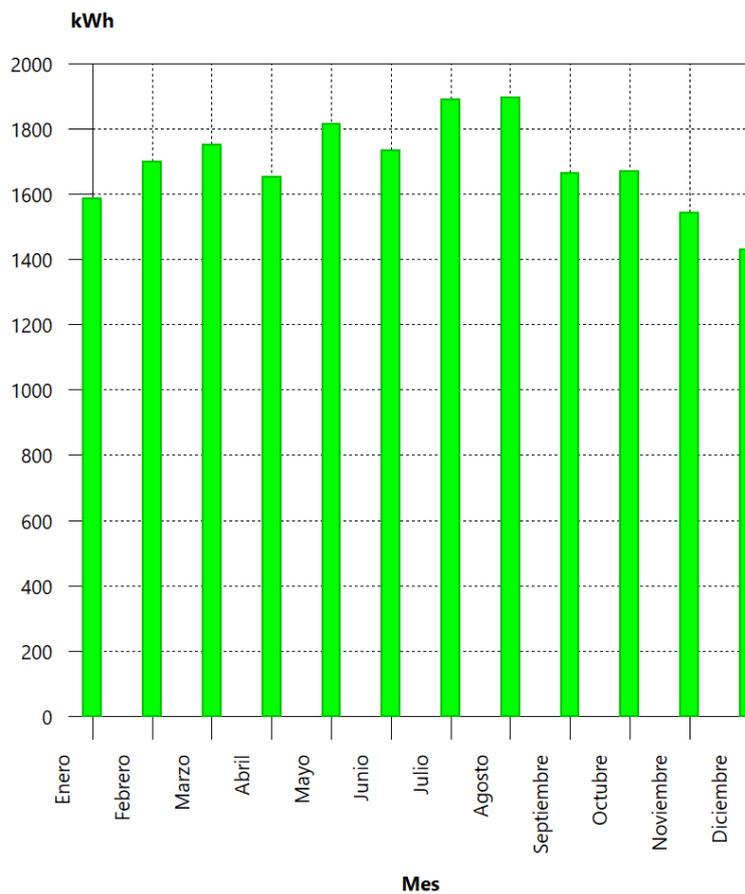
10.1. Agrupación A.

Periodo	Producción (kWh)
Enero	1261.296
Febrero	1381.164
Marzo	1462.098
Abril	1540.036
Mayo	1737.677
Junio	1676.787
Julio	1808.904
Agosto	1771.529
Septiembre	1492.111
Octubre	1334.963
Noviembre	1207.396
Diciembre	1119.315
Anual	17793.276



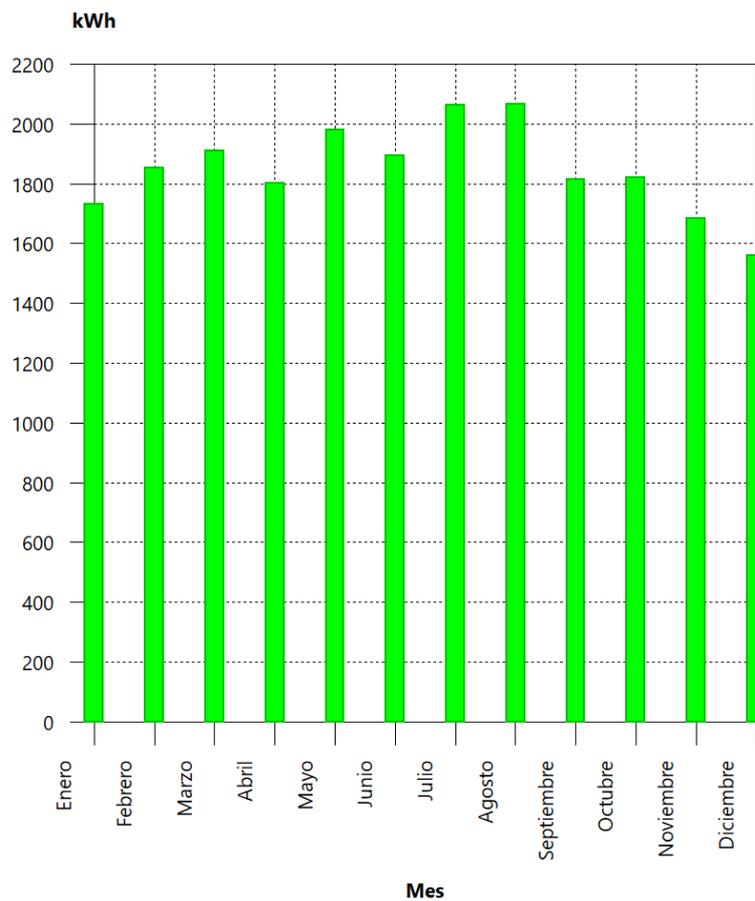
10.2. Agrupación B.

Periodo	Producción (kWh)
Enero	1587.162
Febrero	1698.203
Marzo	1752.746
Abril	1652.649
Mayo	1816.482
Junio	1735.378
Julio	1891.521
Agosto	1895.126
Septiembre	1663.002
Octubre	1669.153
Noviembre	1544.084
Diciembre	1430.461
Anual	20335.966



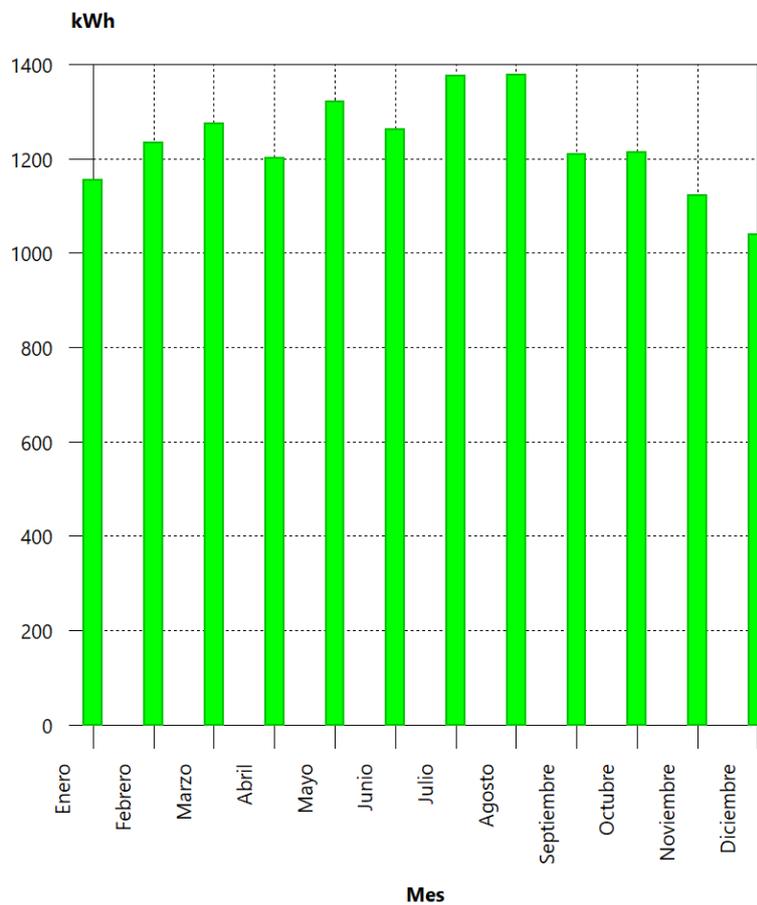
10.3. Agrupación C.

Periodo	Producción (kWh)
Enero	1731.450
Febrero	1852.585
Marzo	1912.087
Abril	1802.890
Mayo	1981.617
Junio	1893.139
Julio	2063.477
Agosto	2067.410
Septiembre	1814.183
Octubre	1820.894
Noviembre	1684.455
Diciembre	1560.503
Anual	22184.690



10.4. Agrupación D.

Periodo	Producción (kWh)
Enero	1154.300
Febrero	1235.057
Marzo	1274.725
Abril	1201.927
Mayo	1321.078
Junio	1262.093
Julio	1375.651
Agosto	1378.273
Septiembre	1209.456
Octubre	1213.929
Noviembre	1122.970
Diciembre	1040.335
Anual	14789.793





ANEXO ADICIONAL DE ILUMINACIÓN

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

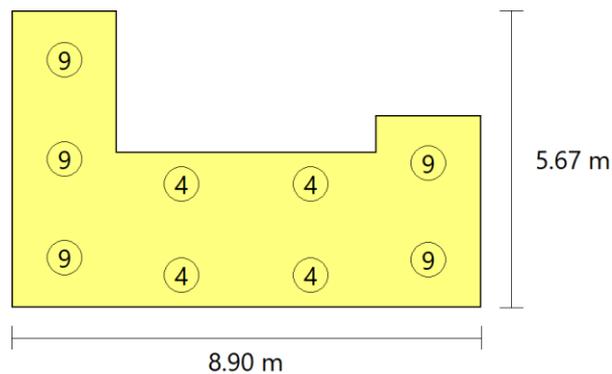
**Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González**

1. ALUMBRADO INTERIOR.

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
Vivienda A: Comedor (Planta 0)	33.26 m ²	2.45 m	81.48 m ³

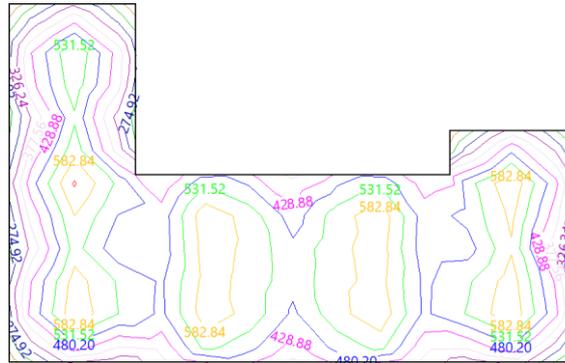
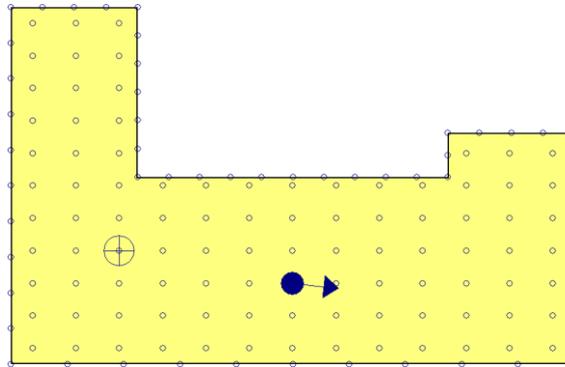
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local K:	1.45
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias.



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
4	4	RC461B PSD W30L120 OC LED28S/BU840 NO	2800	121.74	99	4 x 23.00
9	5	PHILIPS DN571B PSE-E C	2100	117.98	100	5 x 17.80
Total = 181.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	444.24
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	542.52
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	17.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.44
Factor de uniformidad (%):	81.88
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Valores calculados de iluminancia.**Posición de los valores pésimos calculados.**

⊕ Iluminancia mínima (444.24 lux)

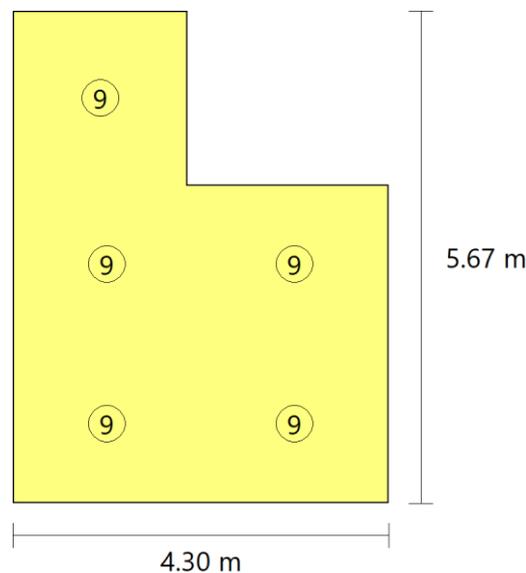
←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 17.00)

⊙ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 150)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
Vivienda B: Estudio (Planta 0-1)	19.78 m ²	2.45 m	48.46 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local K:	1.28
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

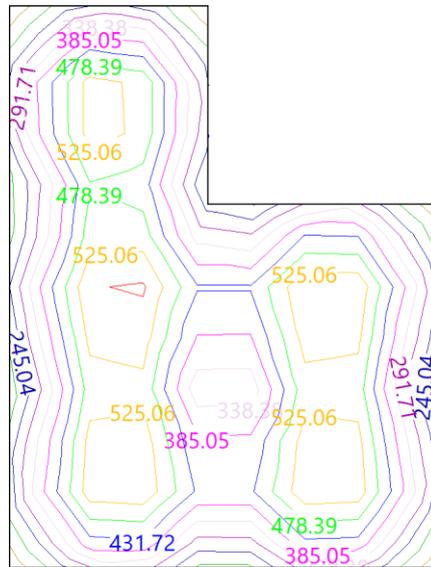
Disposición de las luminarias.



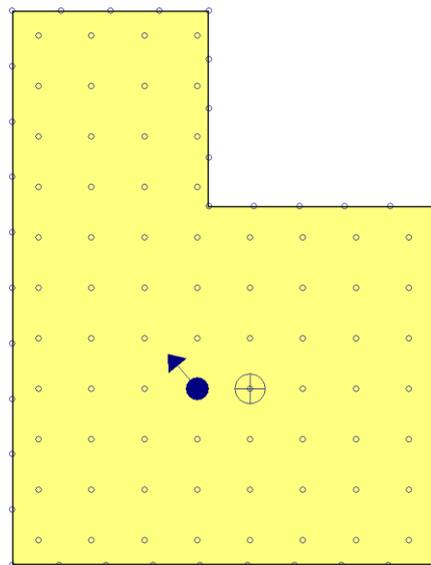
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
9	5	PHILIPS DN571B PSE- E C	2100	117.98	100	5 x 17.80
Total = 89.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	309.72
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	484.72
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	17.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	0.93
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.50
Factor de uniformidad (%):	63.90
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Valores calculados de iluminancia.



Posición de los valores pésimos calculados.

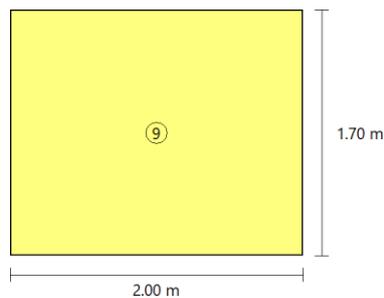


- ⊕ Iluminancia mínima (309.72 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 17.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 112)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
Vivienda A, Vivienda B: Baño (Planta 0-1)	3.40 m ²	2.45 m	8.33 m ³

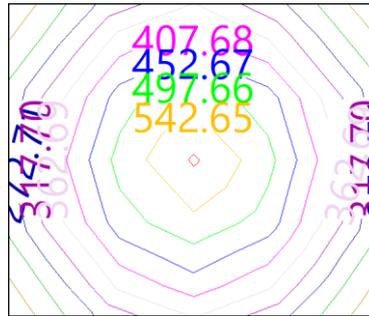
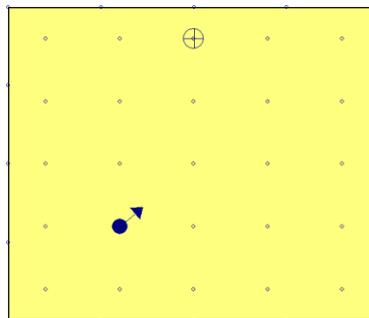
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local K:	0.59
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias.



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
9	1	PHILIPS DN571B PSE-E C	2100	117.98	100	1 x 17.80
						Total = 17.80 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	411.04
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	493.42
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.06
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.24
Factor de uniformidad (%):	83.30
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Valores calculados de iluminancia.**Posición de los valores pésimos calculados.**

⊕ Iluminancia mínima (411.04 lux)

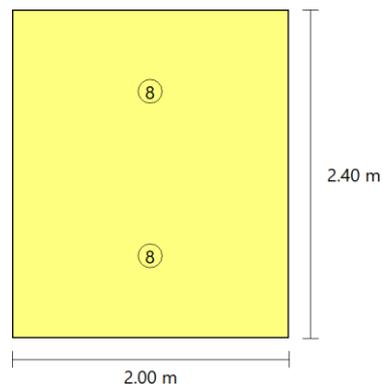
←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 41)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
Vivienda A: Dormitorio (Planta 0)	4.79 m ²	2.45 m	11.74 m ³

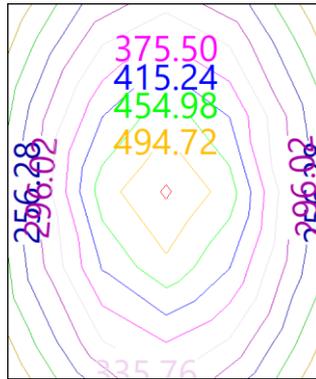
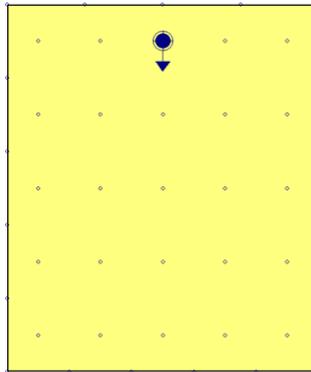
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local K:	0.70
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias.



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
8	2	PHILIPS DN571B PSE- E C	1300	110.17	100	2 x 11.80
Total = 23.60 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	374.27
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	442.94
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	11.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.11
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.93
Factor de uniformidad (%):	84.50
Índice de rendimiento cromático:	80.00

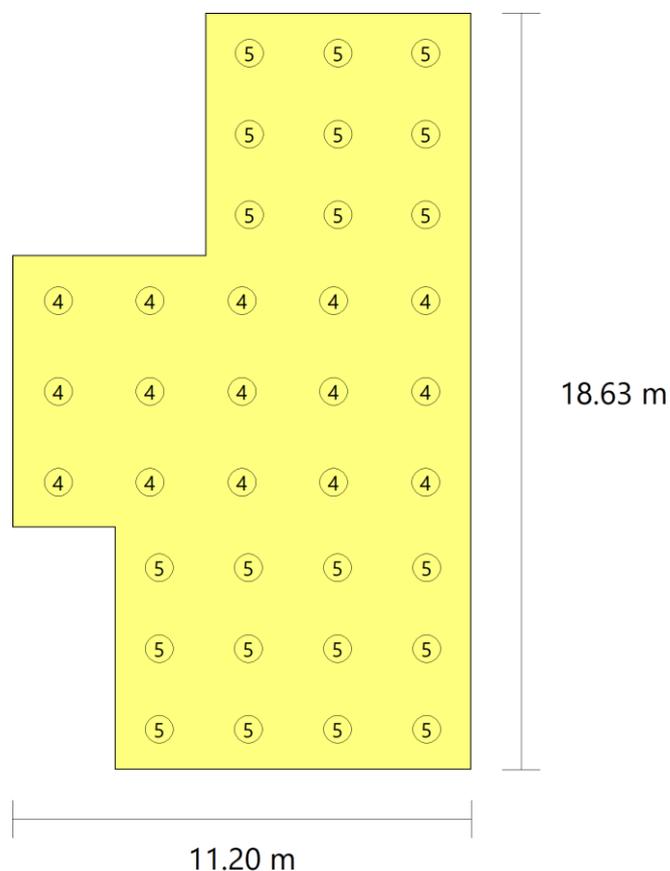
Valores calculados de iluminancia.**Posición de los valores pésimos calculados.**

- ⊕ Iluminancia mínima (374.27 lux)
- ◀ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 11.00)
- ⊙ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 44)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
Restaurante: Comedor (Planta 0)	165.71 m ²	2.40 m	397.70 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local K:	3.70
Número mínimo de puntos de cálculo:	25

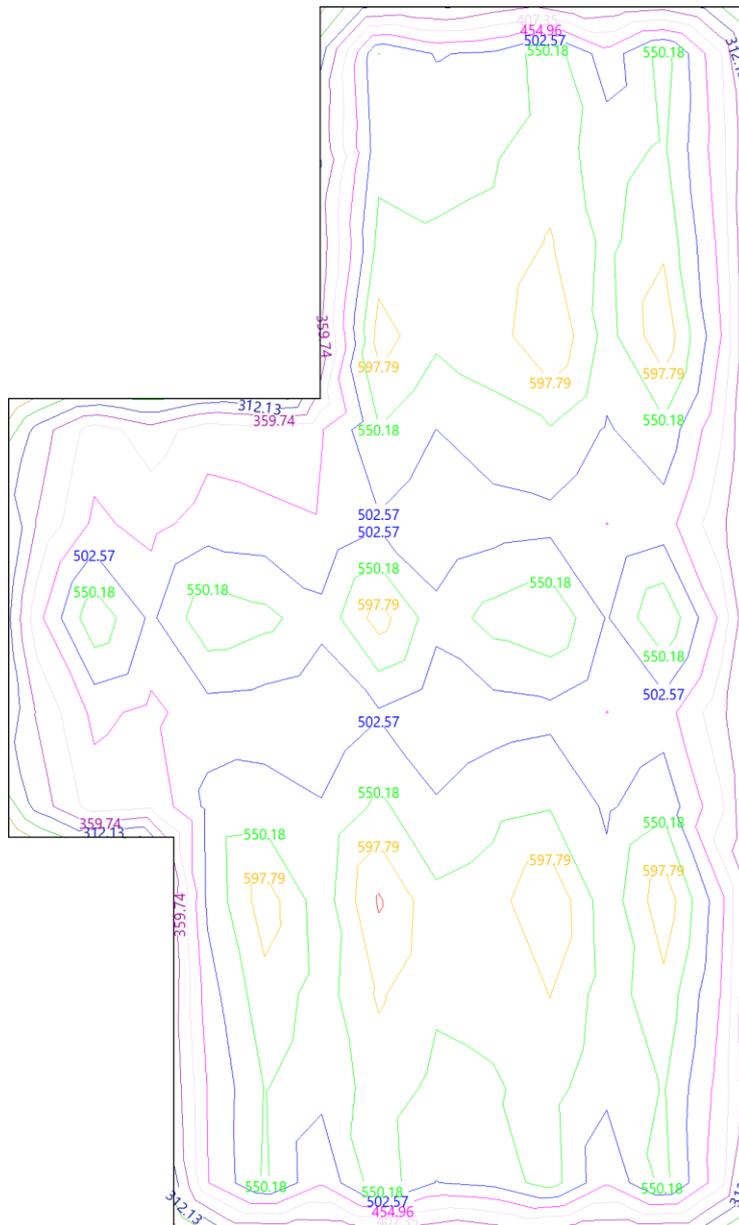
Disposición de las luminarias.

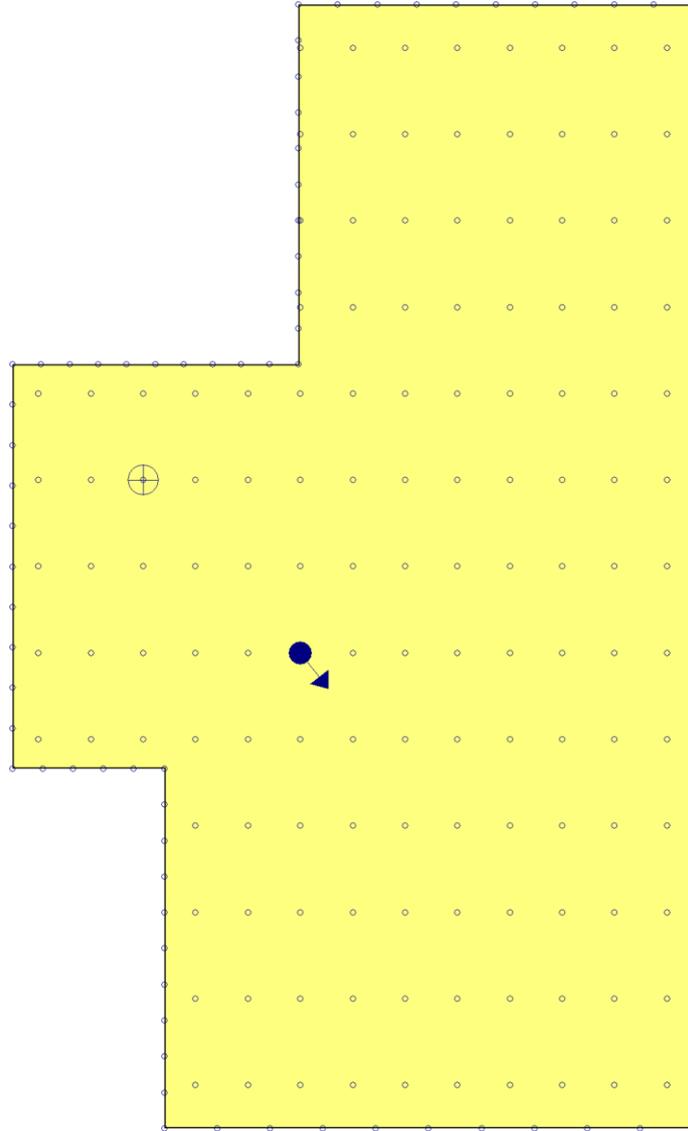


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
4	15	RC461B PSD W30L120 OC LED28S/BU840 NO	2800	121.74	99	15 x 23.00
5	21	RC461B PSD W60L60 OC LED28S/BU840 NO	2800	121.74	99	21 x 23.00
Total = 828.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	439.51
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	533.20
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	17.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.94
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	5.00
Factor de uniformidad (%):	82.43
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Valores calculados de iluminancia.



Posición de los valores pésimos calculados.

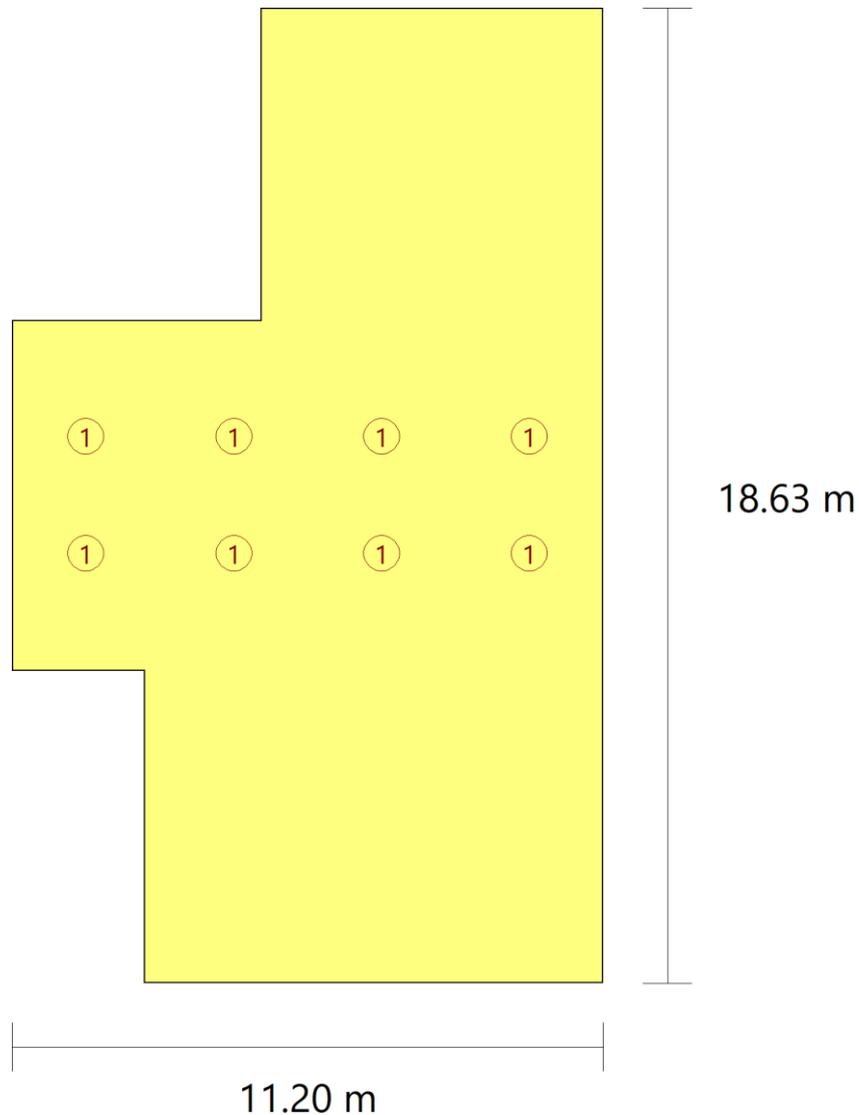
⊕ Iluminancia mínima (439.51 lux)

◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 17.00)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 212)

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

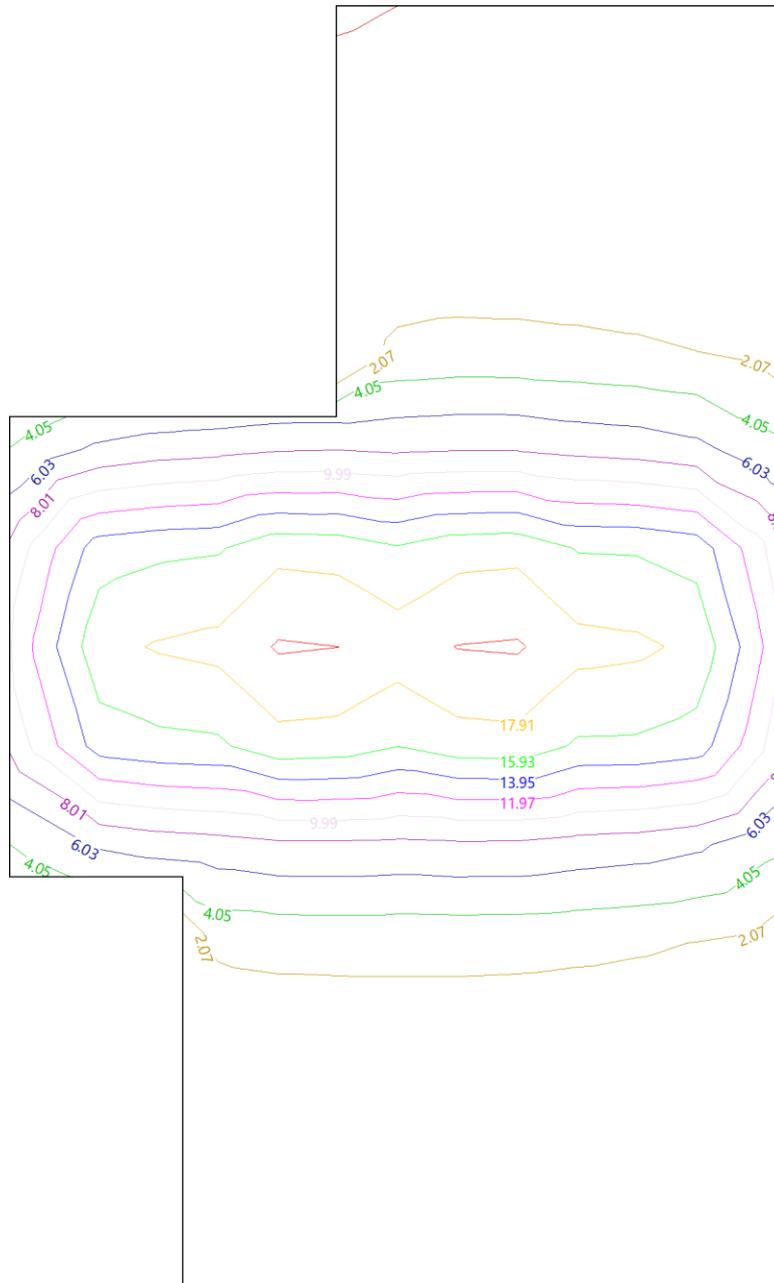
Disposición de las luminarias.

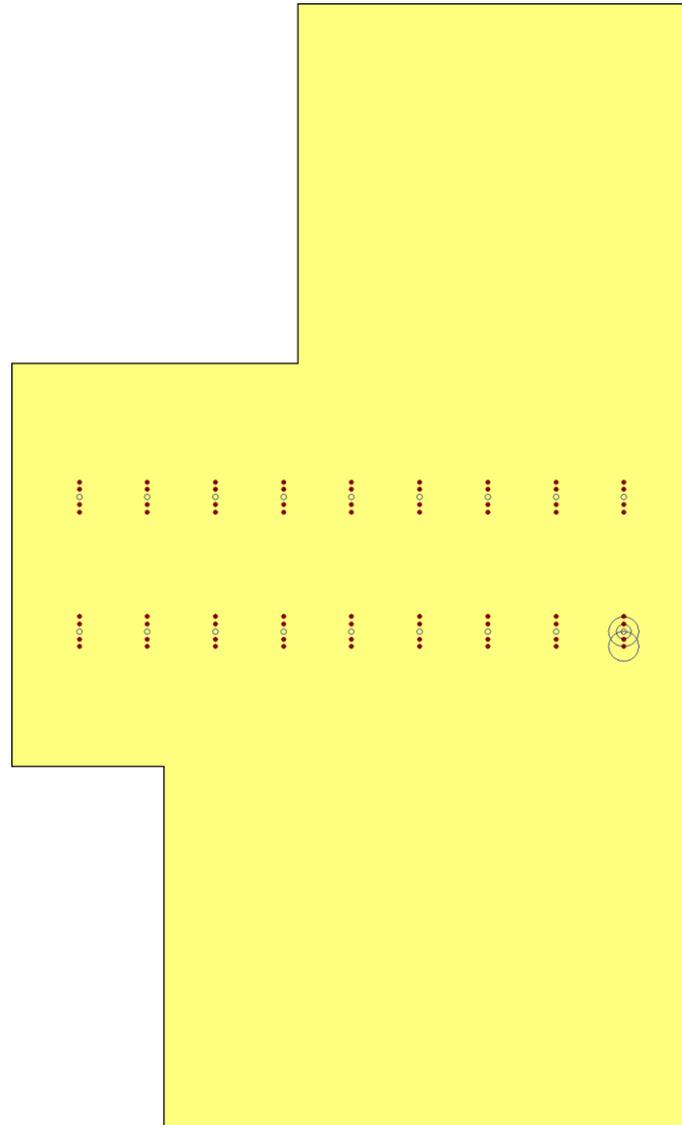


N.º	Cantidad	Descripción
1	8	LDV-L116N200 2.5W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (lux):	19.59
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (lux):	18.42
Relación iluminancia mínima/máxima (eje central vías evacuación):	0.83
Altura de la luminaria situada a menor altura (m):	2.35

Valores calculados de iluminancia.



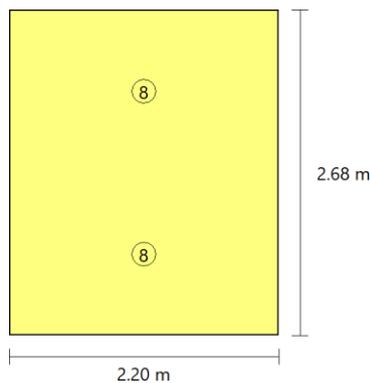
Posición de los valores pésimos calculados.

- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (19.59 lux)
- Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (18.42 lux)
- Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 18)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 72)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
Restaurante: Baño (Planta 0)	5.89 m ²	2.40 m	14.14 m ³

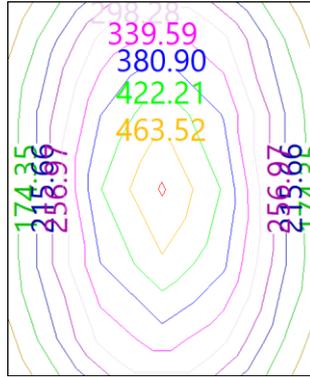
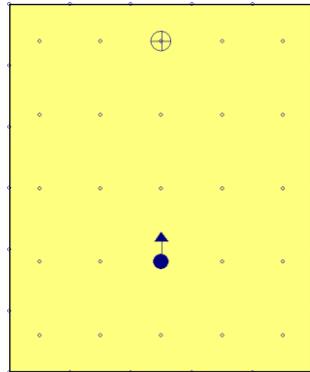
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local K:	0.81
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias.



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
8	2	PHILIPS DN571B PSE-E C	1300	110.17	100	2 x 11.80
Total = 23.60 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	360.47
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	409.80
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	16.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	0.98
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.00
Factor de uniformidad (%):	87.96
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Valores calculados de iluminancia.**Posición de los valores pésimos calculados.**

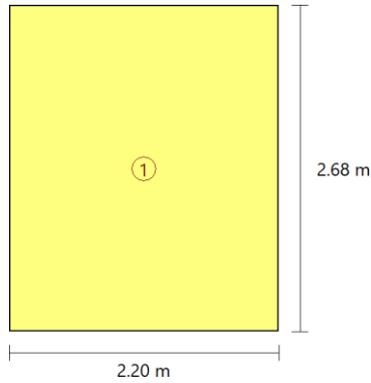
⊕ Iluminancia mínima (360.47 lux)

←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.00)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 47)

Alumbrado de emergencia

Coefficiente de reflectancia:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80

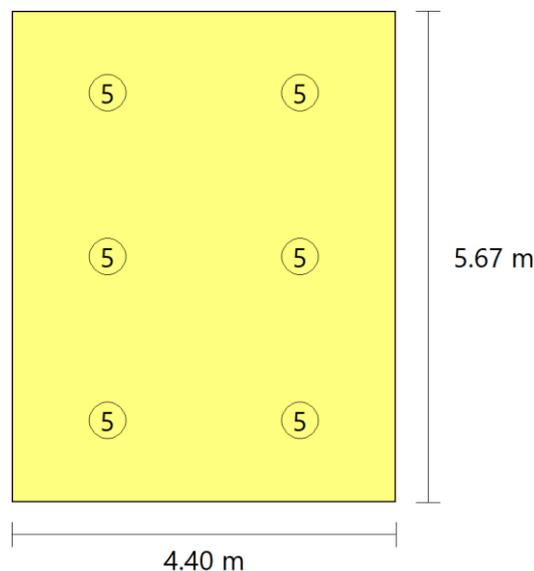
Disposición de las luminarias.

N.º	Cantidad	Descripción
1	1	LDV-L116N200 2.5W

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
Restaurante: Cocina (Planta 0)	24.94 m ²	2.40 m	59.87 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local K:	1.65
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

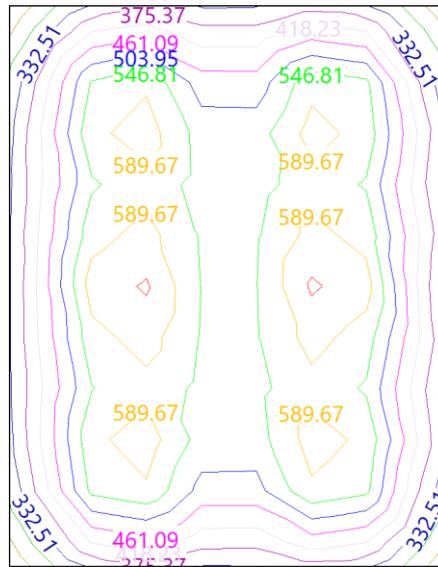
Disposición de las luminarias.



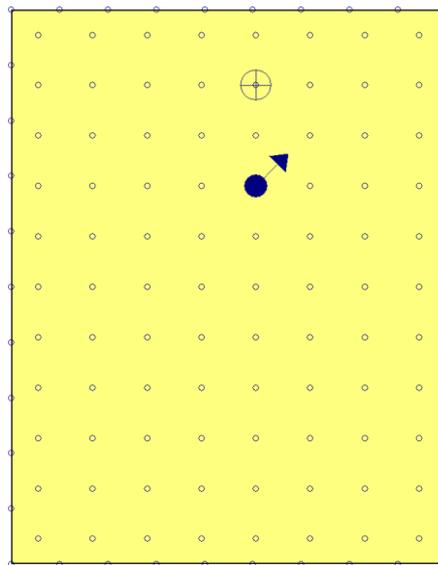
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
5	6	RC461B PSD W60L60 OC LED28S/BU840 NO	2800	121.74	99	6 x 23.00
Total = 138.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	480.40
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	563.27
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	17.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	0.98
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.53
Factor de uniformidad (%):	85.29
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Valores calculados de iluminancia.



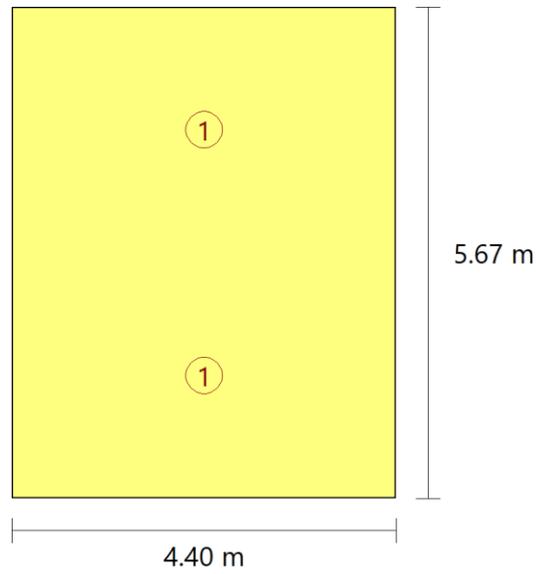
Posición de los valores pésimos calculados.



- ⊕ Iluminancia mínima (480.40 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 17.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 126)

Alumbrado de emergencia

Coefficiente de reflectancia:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80

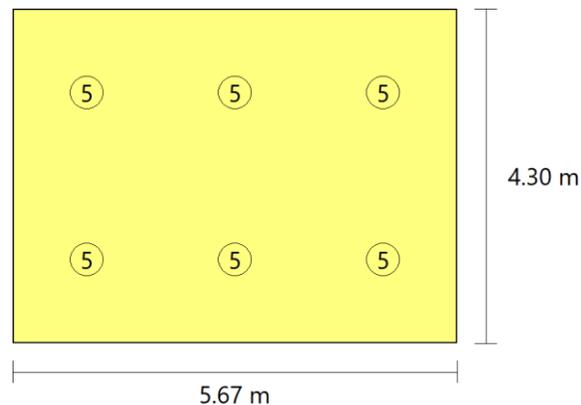
Disposición de las luminarias.

N.º	Cantidad	Descripción
1	2	LDV-L116N200 2.5W

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
Lavandería de autoservicio: Habitación (Planta 0)	24.38 m ²	2.65 m	64.61 m ³

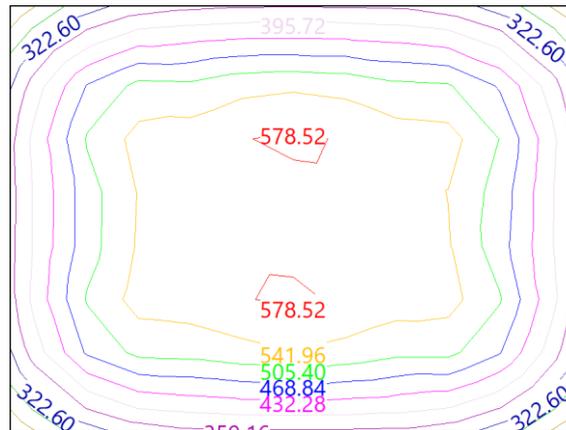
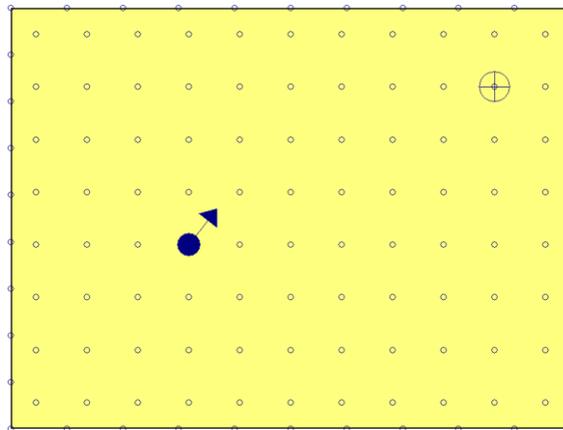
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local K:	1.40
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias.



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
5	6	RC461B PSD W60L60 OC LED28S/BU840 NO	2800	121.74	99	6 x 23.00
Total = 138.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	464.70
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	536.61
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	15.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.05
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.66
Factor de uniformidad (%):	86.60
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Valores calculados de iluminancia.**Posición de los valores pésimos calculados.**

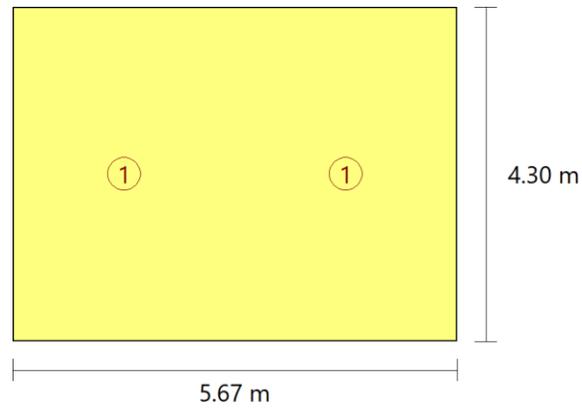
⊕ Iluminancia mínima (464.70 lux)

←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)

⊞ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 126)

Alumbrado de emergencia

Coefficiente de reflectancia:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80

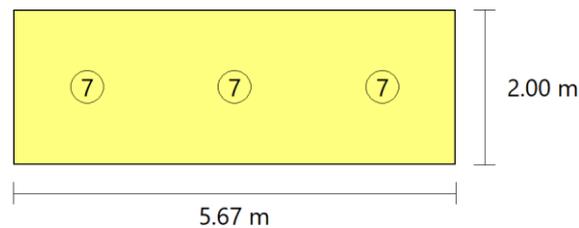
Disposición de las luminarias.

N.º	Cantidad	Descripción
1	2	LDV-L116N200 2.5W

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
Centro de psicología: Consulta (Planta 0)	11.34 m ²	2.65 m	30.05 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local K:	0.84
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

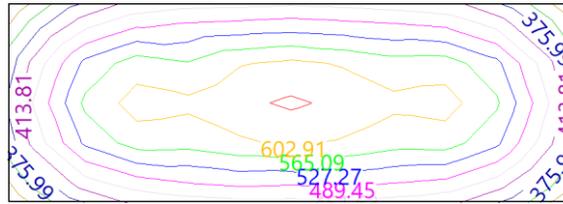
Disposición de las luminarias.



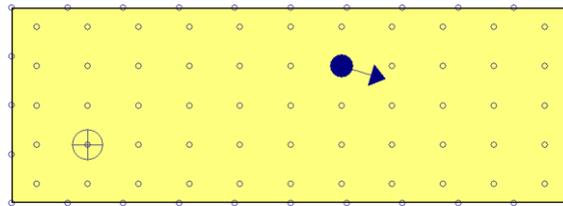
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
7	3	PHILIPS RC461B PSD W60L60 PSD W60L60 VPC PIP LED34S/- NO	3400	151.11	99	3 x 22.50
Total = 67.50 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	536.01
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	589.85
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	16.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.01
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.95
Factor de uniformidad (%):	90.87
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Valores calculados de iluminancia.



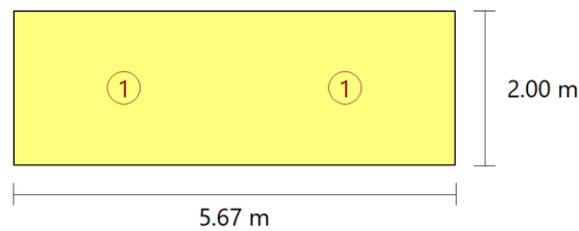
Posición de los valores pésimos calculados.



- ⊕ Iluminancia mínima (536.01 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 83)

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80

Disposición de las luminarias.

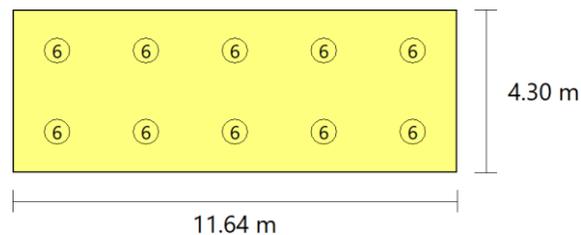


N.º	Cantidad	Descripción
1	2	LDV-L116N200 2.5W

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
Centralita: Habitáculo (Planta 0)	50.05 m ²	2.65 m	132.64 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local K:	1.79
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

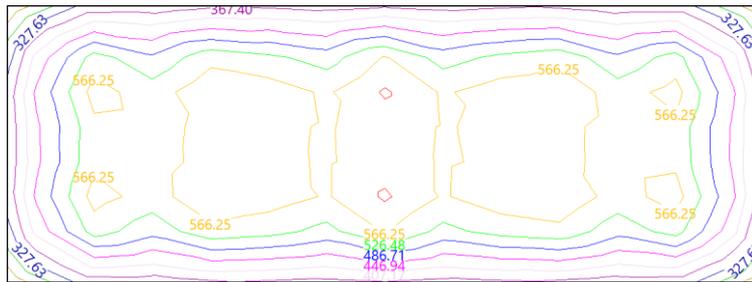
Disposición de las luminarias.



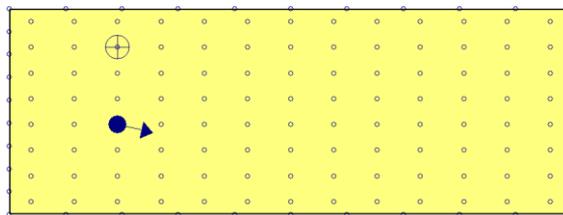
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
6	10	PHILIPS RC461B PSD W30L120 PSD W60L60 VPC PIP LED34S/- NO	3400	151.11	99	10 x 22.50
Total = 225.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	494.42
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	559.49
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	17.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	0.80
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.50
Factor de uniformidad (%):	88.37
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Valores calculados de iluminancia.



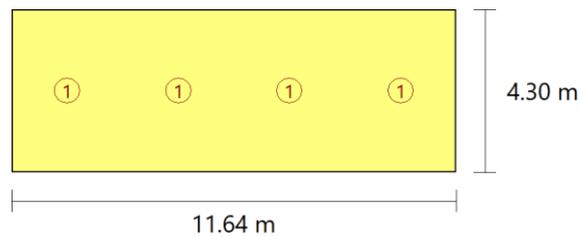
Posición de los valores pésimos calculados.



- ⊕ Iluminancia mínima (494.42 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 17.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 142)

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80

Disposición de las luminarias.



N.º	Cantidad	Descripción
1	4	LDV-L116N200 2.5W

2. CURVAS FOTOMÉTRICAS.

TIPOS DE LUMINARIA (Alumbrado normal)

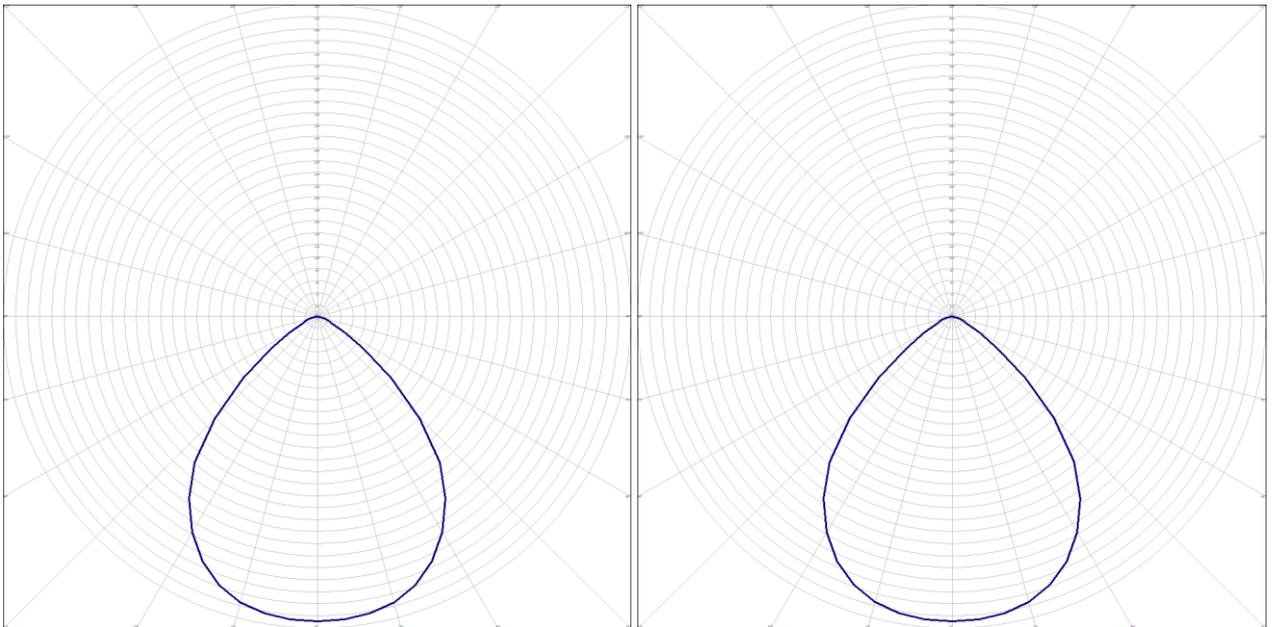
Tipo 1

RC461B PSD W30L120 OC LED28S/BU840 NO (Número total de luminarias: 31)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

PLANO C90 - C270



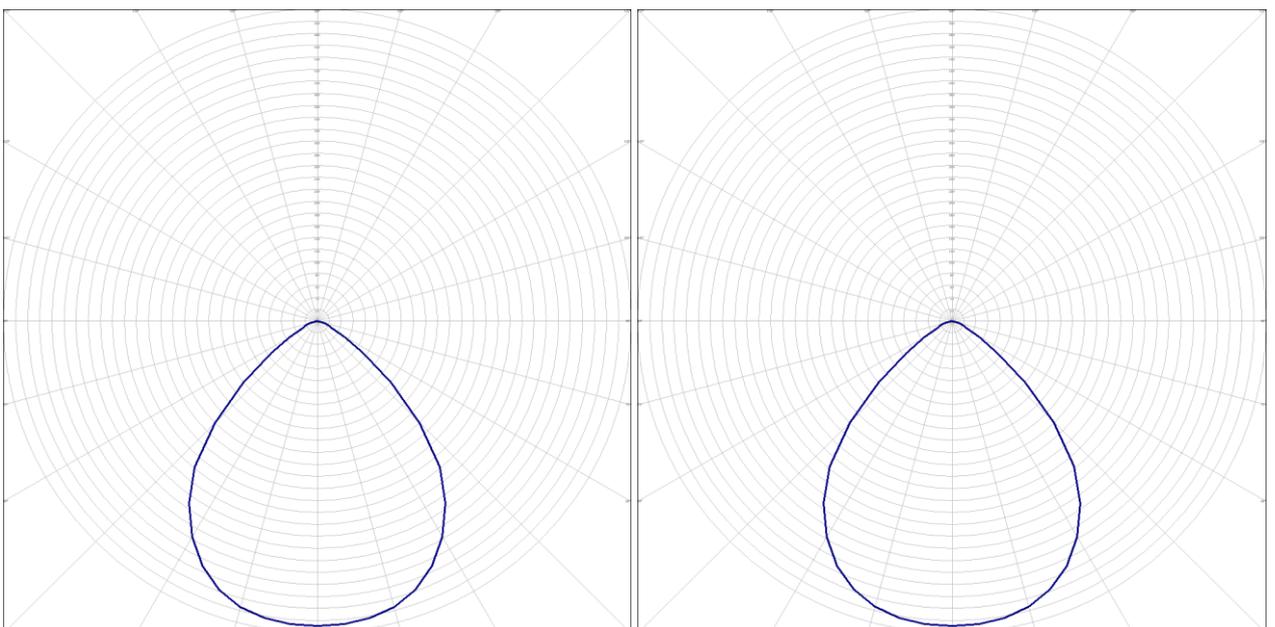
Tipo 2

RC461B PSD W60L60 OC LED28S/BU840 NO (Número total de luminarias: 33)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

PLANO C90 - C270



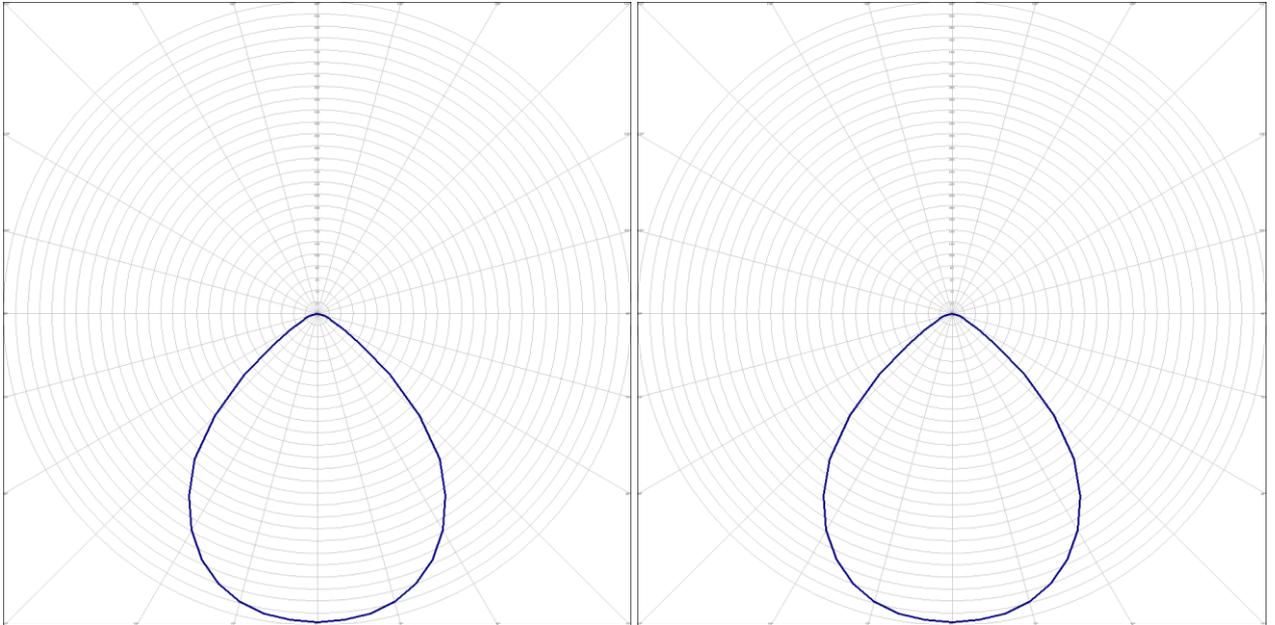
Tipo 3

PHILIPS RC461B PSD W30L120 PSD W60L60 VPC PIP LED34S/- NO (Número total de luminarias: 10)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

PLANO C90 - C270

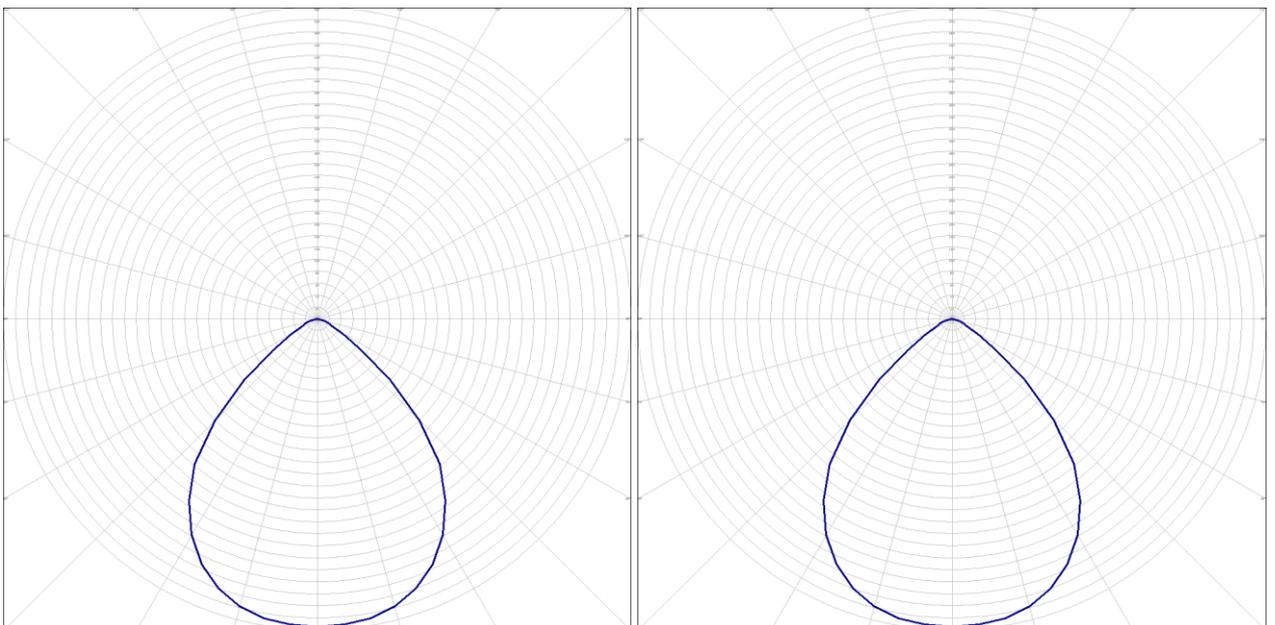
**Tipo 4**

PHILIPS RC461B PSD W60L60 PSD W60L60 VPC PIP LED34S/- NO (Número total de luminarias: 6)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

PLANO C90 - C270



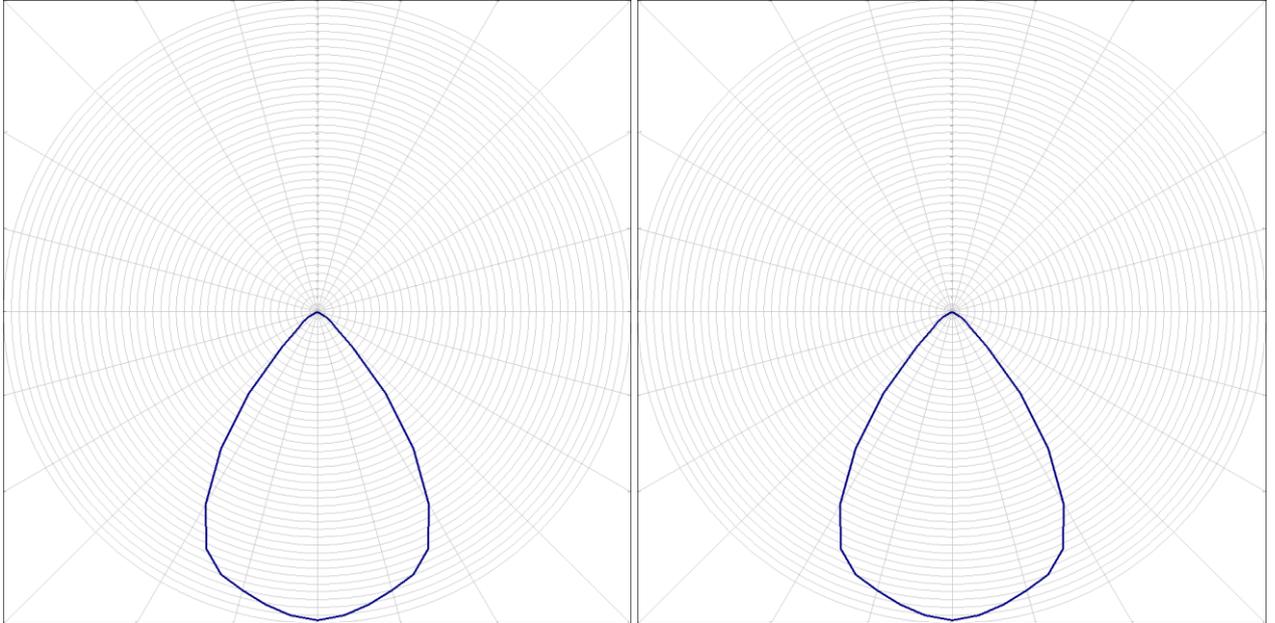
Tipo 5

PHILIPS DN571B PSE-E C (Número total de luminarias: 20)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

PLANO C90 - C270

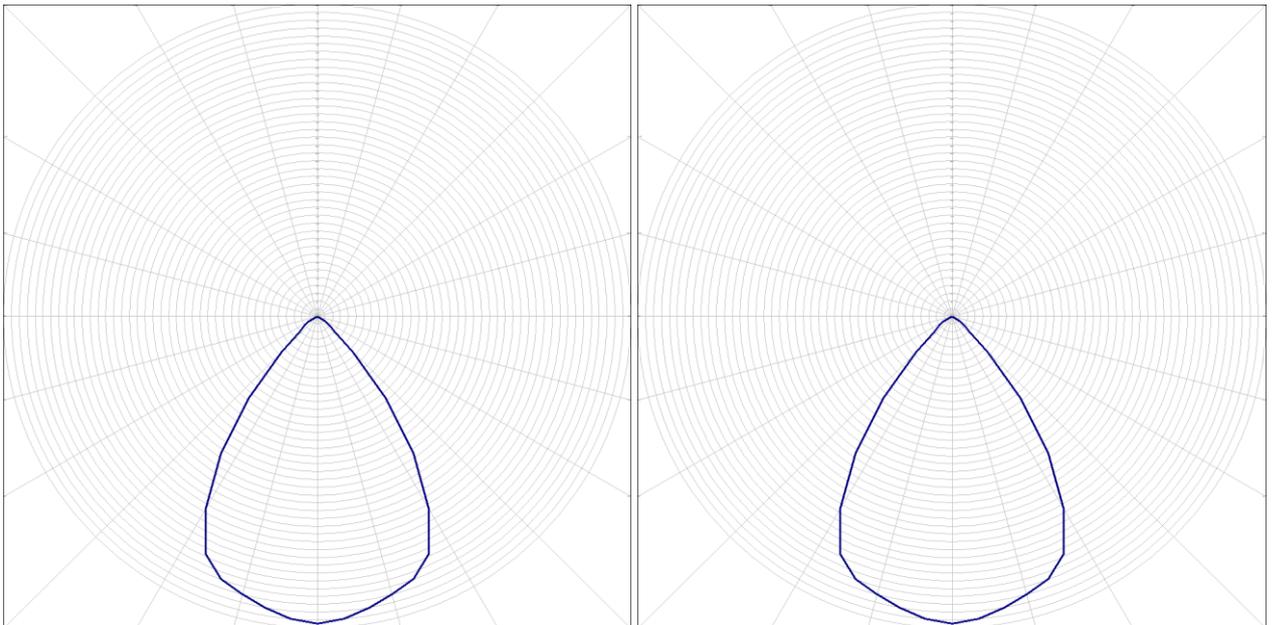
**Tipo 6**

PHILIPS DN571B PSE-E C (Número total de luminarias: 64)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

PLANO C90 - C270



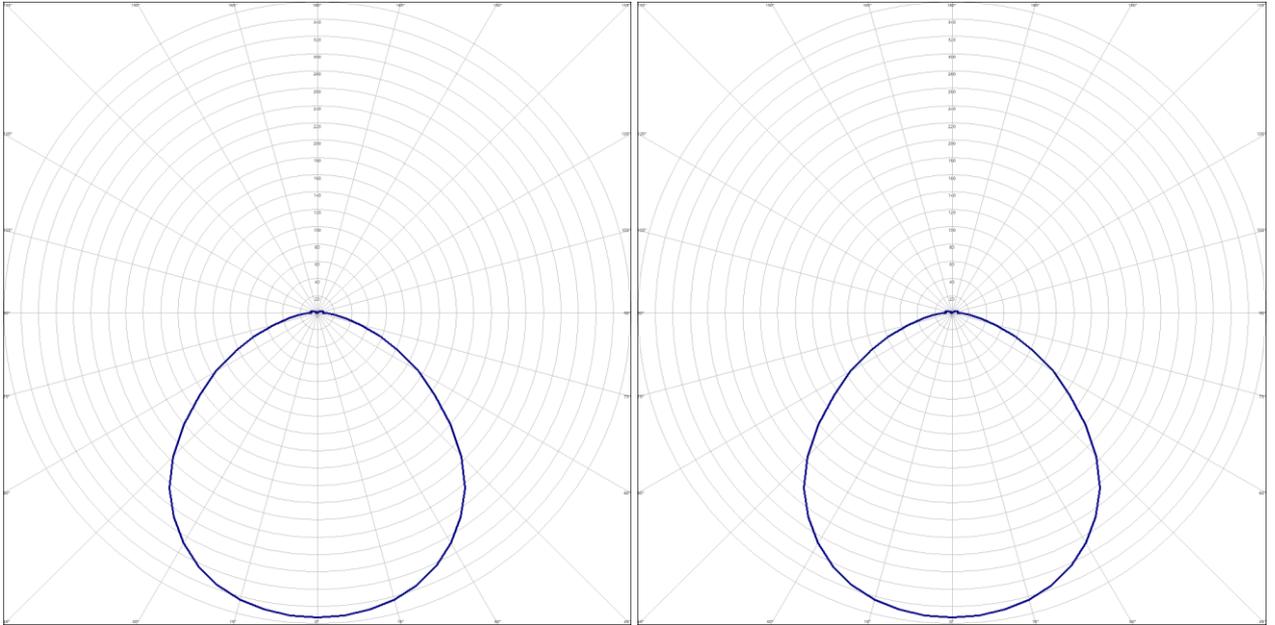
TIPOS DE LUMINARIA (Alumbrado de emergencia)**Tipo 1**

LDV-L116N200 2.5W (Número total de luminarias: 22)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

PLANO C90 - C270



3. INFORMACIÓN RELATIVA DE LA NORMATIVA.

3.1. CTE DB-HE 3 - Salas de diagnóstico.

3.1.1. Alumbrado normal.

Potencia máxima por superficie iluminada

La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2 del CTE DB-HE 3.

El valor límite de potencia máxima por superficie iluminada para un uso de tipo 'Otros usos (Em ≤ 600 lux)' es: 10 W/m².

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Consulta Psicología	5.95 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1 del CTE DB HE 3. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

El valor límite de eficiencia energética de la instalación para zonas de actividad diferenciada de tipo 'CTE DB-HE 3 - Salas de diagnóstico' es: 4 W/m².

Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escanear y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo, quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Consulta Psicología	1.01 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓

3.2. CTE DB-HE 3 - Otros recintos interiores.

3.2.1. Alumbrado normal.

Potencia máxima por superficie iluminada

La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2 del CTE DB-HE 3.

El valor límite de potencia máxima por superficie iluminada para un uso de tipo 'Otros usos (Em ≤ 600 lux)' es: 10 W/m².

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Vivienda A: Comedor	5.44 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓
Planta 0-1	Vivienda B: Estudio	4.50 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓
Planta 0-1	Vivienda A, Vivienda B: Baño	5.24 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓
Planta 0	Vivienda A: Dormitorio	4.93 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓
Planta 0	Lavandería Autoservicio	5.66 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1 del CTE DB HE 3. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

El valor límite de eficiencia energética de la instalación para zonas de actividad diferenciada de tipo 'CTE DB-HE 3 - Otros recintos interiores' es: 4 W/m².

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Vivienda A: Comedor	1.00 W/m ²	≤ 4.00 W/m ²	✓
Planta 0-1	Vivienda B: Estudio	0.93 W/m ²	≤ 4.00 W/m ²	✓
Planta 0-1	Vivienda A, Vivienda B: Baño	1.06 W/m ²	≤ 4.00 W/m ²	✓
Planta 0	Vivienda A: Dormitorio	1.11 W/m ²	≤ 4.00 W/m ²	✓
Planta 0	Lavandería Autoservicio	1.05 W/m ²	≤ 4.00 W/m ²	✓

3.3. CTE DB-HE 3 - Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas.**3.3.1. Alumbrado normal.****Potencia máxima por superficie iluminada**

La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2 del CTE DB-HE 3.

El valor límite de potencia máxima por superficie iluminada para un uso de tipo 'Otros usos (Em ≤ 600 lux)' es: 10 W/m².

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Centralita	4.50 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1 del CTE DB HE 3. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

El valor límite de eficiencia energética de la instalación para zonas de actividad diferenciada de tipo 'CTE DB-HE 3 - Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas' es: 4 W/m².

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Centralita	0.80 W/m ²	≤ 4.00 W/m ²	✓

3.4. EN12464-1 5.2.4 - Áreas comunes dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios - Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios.

3.4.1. Alumbrado normal.

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra)

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Baño Público	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em)

Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Baño Público	401.17 lux	≥ 200.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0)

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Baño Público	77.45 %	≥ 40.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR)

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Baño Público	16.00	≤ 25.00	✓

3.5. EN12464-1 5.29.2 - Lugares de pública concurrencia - Restaurantes y hoteles – Cocinas.

3.5.1. Alumbrado normal.

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra)

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Cocina	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em)

Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Cocina	563.27 lux	≥ 500.00 lux	✓



Uniformidad de iluminancia (U0)

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Cocina	85.29 %	≥ 60.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR)

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Cocina	17.00	≤ 22.00	✓

3.6. EN12464-1 5.29.3 - Lugares de pública concurrencia - Restaurantes y hoteles - Restaurante, comedor, salas de reuniones.

3.6.1. Alumbrado normal.**Índice de reproducción cromática mínimo (Ra)**

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Comedor	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em)

Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Comedor	533.20 lux	≥ 0.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0)

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Comedor	82.43 %	≥ 0.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR)

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Plano de planta	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta 0	Restaurante: Comedor	17.00	≤ 0.00	✓



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna



PLANOS

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González

Índice

1. Localización.	3
1.1. Islas Canarias.	3
1.2. Isla de La Palma.	4
1.3. Situación.	5
1.4. Emplazamiento.	6
2. Proyecto.	7
2.1. Instalaciones del proyecto.	7
2.2. Instalación fotovoltaica.	8
3. Planos de edificación.	9
3.1. Complejo.	9
3.1.1. Alzado.	9
3.1.2. Posterior.	10
3.1.3. Perfil Derecho.	11
3.1.4. Perfil Izquierdo.	12
3.1.5. Planta 0.	13
3.1.6. Planta 1.	14
3.1.7. Planta 2.	15
3.2. Aparcamiento.	16
3.2.1. Planta 0.	16
3.3. Edificio de viviendas.	17
3.3.1. Alzado.	17
3.3.2. Posterior.	18
3.3.3. Perfil Derecho.	19
3.3.4. Perfil Izquierdo.	20
3.3.5. Planta 0.	21
3.3.6. Planta 1.	22
3.3.7. Planta 2.	23
3.4. Vivienda A.	24
3.4.1. Planta 0.	24
3.5. Vivienda B.	25
3.5.1. Planta 0.	25
3.6. Restaurante.	26
3.6.1. Alzado.	26
3.6.2. Posterior.	27
3.6.3. Perfil Derecho.	28
3.6.4. Perfil Izquierdo.	29
3.6.5. Planta 0.	30
3.6.6. Planta 1.	31
3.7. Lavandería de autoservicio.	32
3.7.1. Alzado.	32
3.7.2. Posterior.	33
3.7.3. Perfil Simétrico.	34
3.7.4. Planta 0.	35
3.7.5. Planta 1.	36



3.8.	Centro de psicología.	37
3.8.1.	Alzado.	37
3.8.2.	Posterior.	38
3.8.3.	Perfil Simétrico.	39
3.8.4.	Planta 0.	40
3.8.5.	Planta 1.	41
3.9.	Centralita.	42
3.9.1.	Alzado.	42
3.9.2.	Posterior.	43
3.9.3.	Perfil Simétrico.	44
3.9.4.	Planta 0.	45
3.9.5.	Planta 1.	46
4.	Planos de electrificación.	47
4.1.	Leyenda general de mecanismos eléctricos.	47
4.2.	Vivienda A.	48
4.2.1.	Planta 0.	48
4.3.	Vivienda B.	49
4.3.1.	Planta 0.	49
4.4.	Restaurante.	50
4.4.1.	Planta 0.	50
4.5.	Lavandería de autoservicio.	51
4.5.1.	Planta 0.	51
4.6.	Centro de psicología.	52
4.6.1.	Planta 0.	52
4.7.	Centralita.	53
4.7.1.	Planta 0.	53
5.	Planos de esquemas unifilares.	54
5.1.	Leyenda general de esquemas unifilares.	54
5.2.	Esquema unifilar.	55
5.2.1.	Instalación solar.	55
5.2.2.	Instalación de enlace.	56
5.2.3.	Restaurante.	57
5.2.4.	Cocina.	58
5.2.5.	Lavandería de autoservicio.	59
5.2.6.	Centralita.	60
5.2.7.	Centro de psicología.	61
5.2.8.	Consulta de psicología.	62
5.2.9.	Viviendas.	63



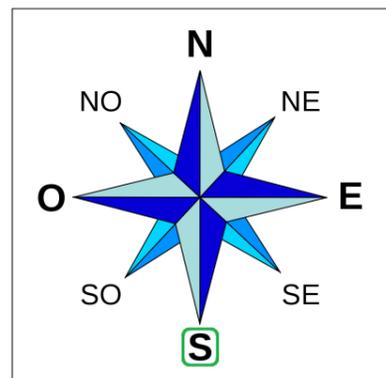


PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA			
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA			
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
01/04	Autor/es	Kevin Javier López Melián	
CURSO 2022-23	PLANO DE LAS ISLAS CANARIAS		SIN ESCALA

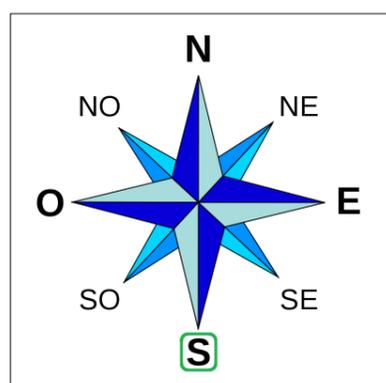
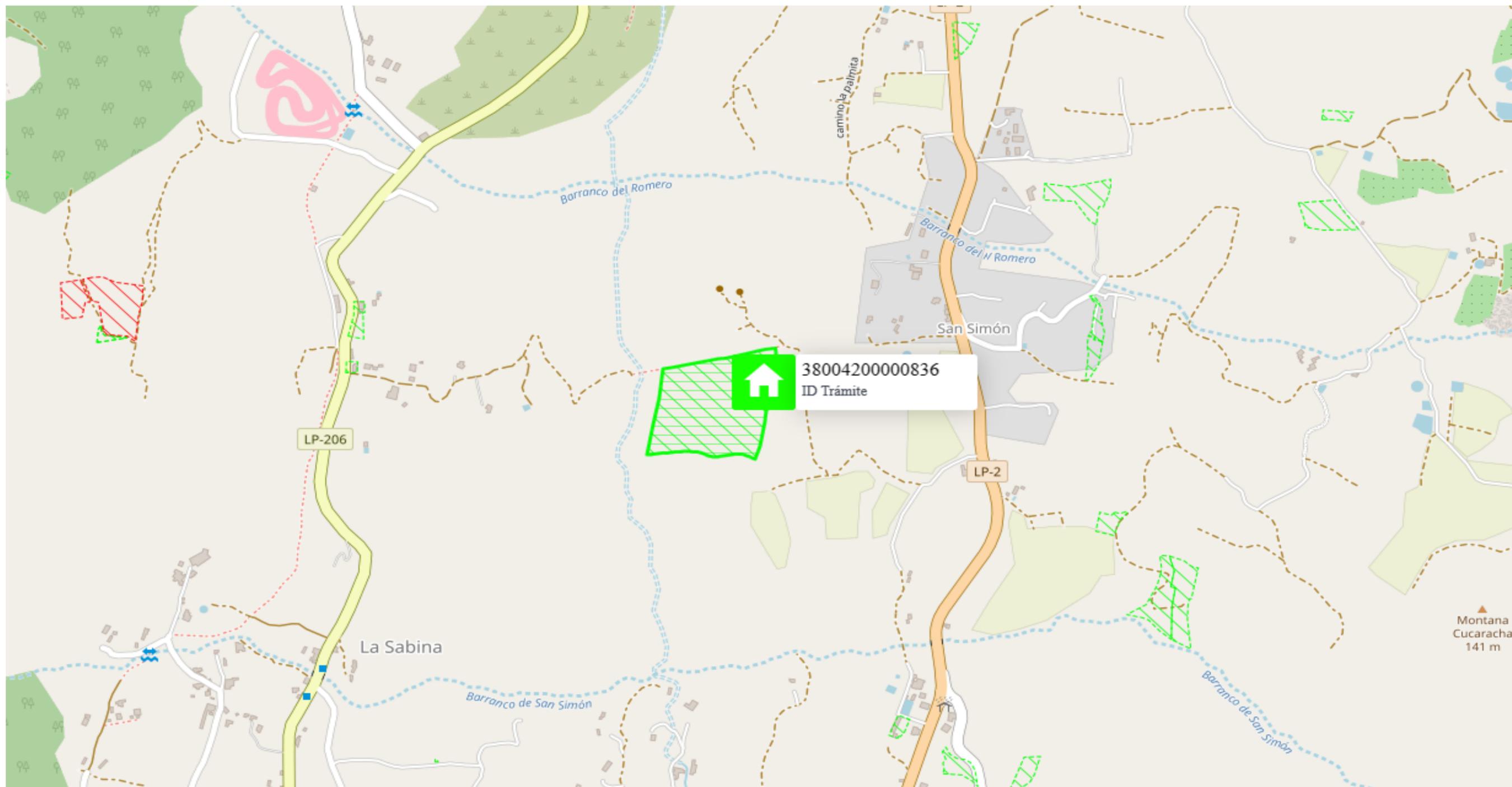


PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA		
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA		
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
02/04	Autor/es	Kevin Javier López Melián
CURSO 2022-23	PLANO DE LA ISLA DE LA PALMA	
		SIN ESCALA



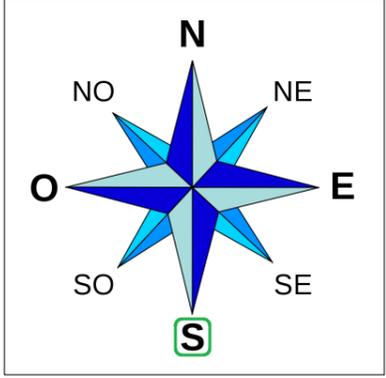
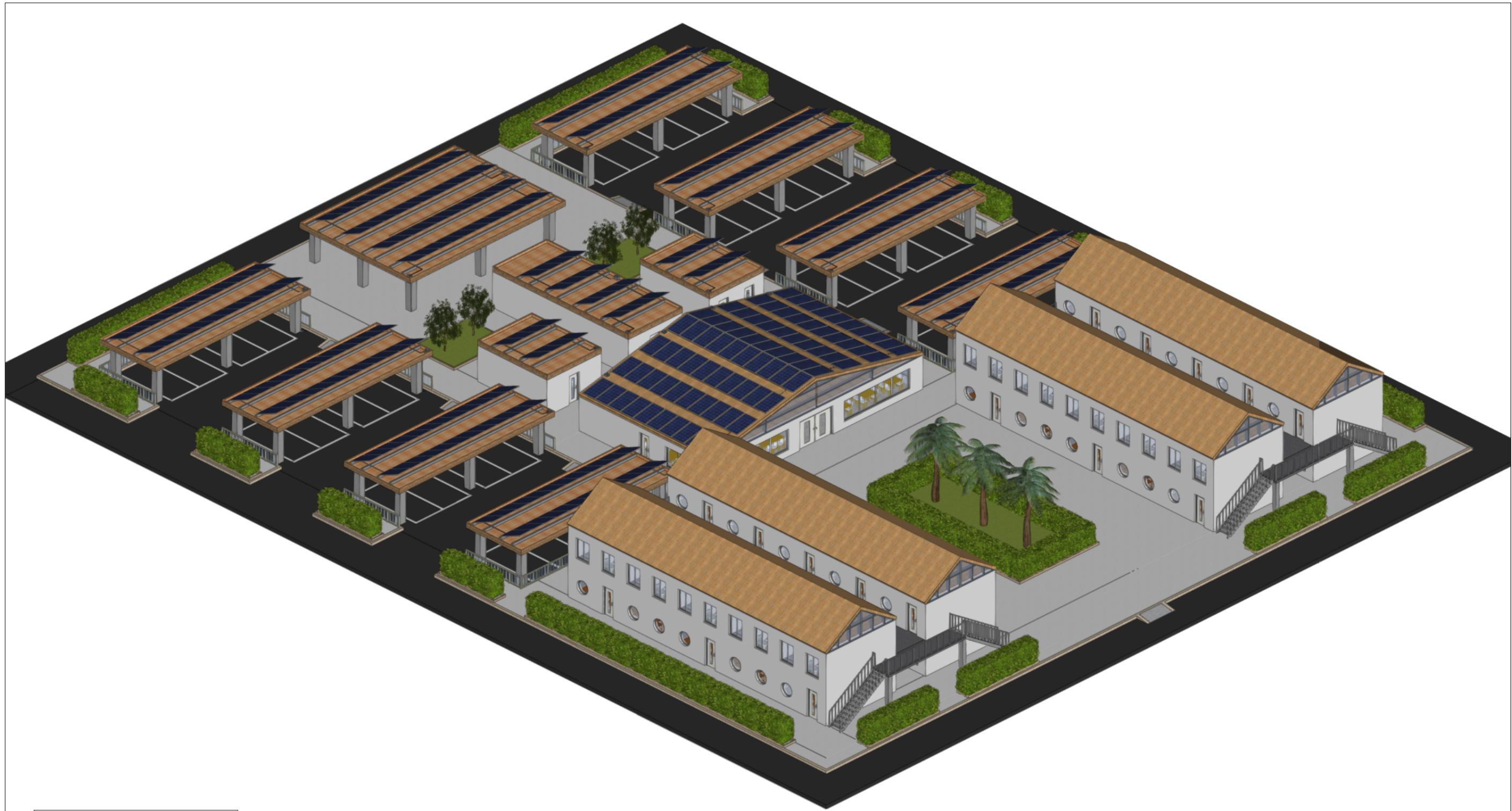


PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA			
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA			
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
03/04	Autor/es	Kevin Javier López Melián	
CURSO 2022-23	PLANO DE SITUACIÓN		SIN ESCALA

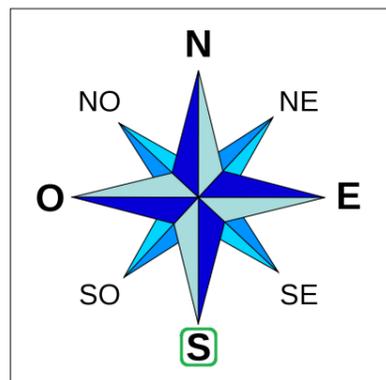


PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA		
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA		
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
04/04	Autor/es	Kevin Javier López Melián
CURSO 2022-23	PLANO DE EMPLAZAMIENTO	SIN ESCALA





<p>PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA</p>			
<p>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</p>			
<p>GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA</p>			
<p>01/02</p>	<p>Autor/es</p>	<p>Kevin Javier López Melián</p>	
<p>CURSO 2022-23</p>	<p>INSTALACIONES DEL PROYECTO</p>		<p>ESCALA 1:240</p>



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA			
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA			
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
02/02	Autor/es	Kevin Javier López Melián	
CURSO 2022-23	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		ESCALA 1:210





PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

01/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

COMPLEJO-ALZADO

ESCALA 1:150



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

02/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

COMPLEJO-POSTERIOR

ESCALA 1:150



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

03/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

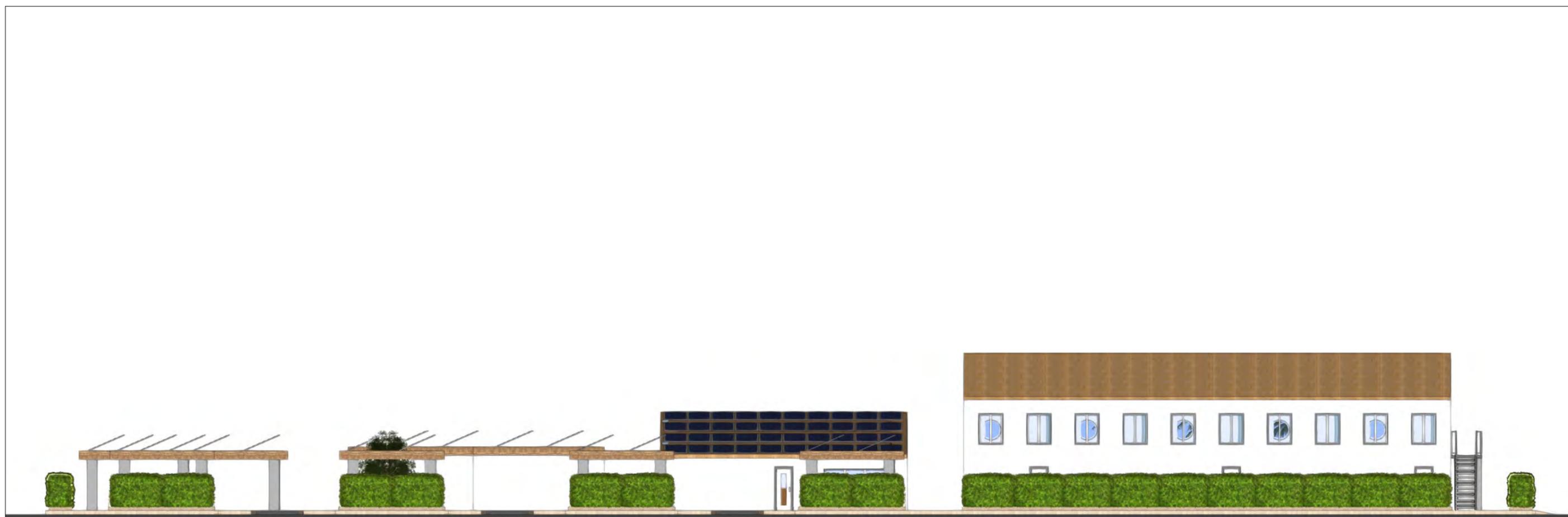


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

COMPLEJO-P.DERECHO

ESCALA 1:150



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA			
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA			
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
04/38	Autor/es	Kevin Javier López Melián	
CURSO 2022-23	EDIFICACIÓN	COMPLEJO-P. IZQUIERDO	ESCALA 1:150



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

05/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

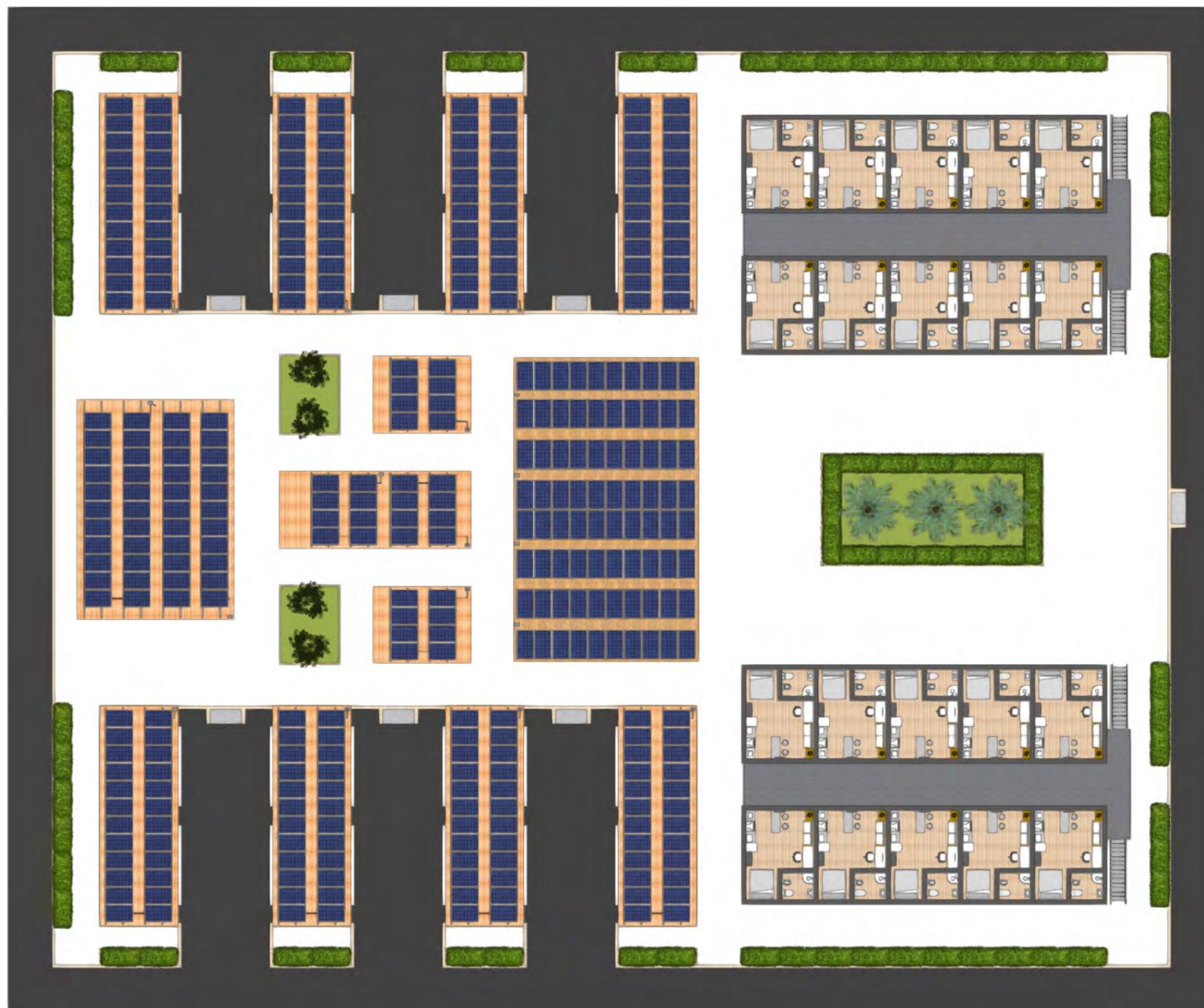


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

COMPLEJO-PLANTA 0

ESCALA 1:300



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

06/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

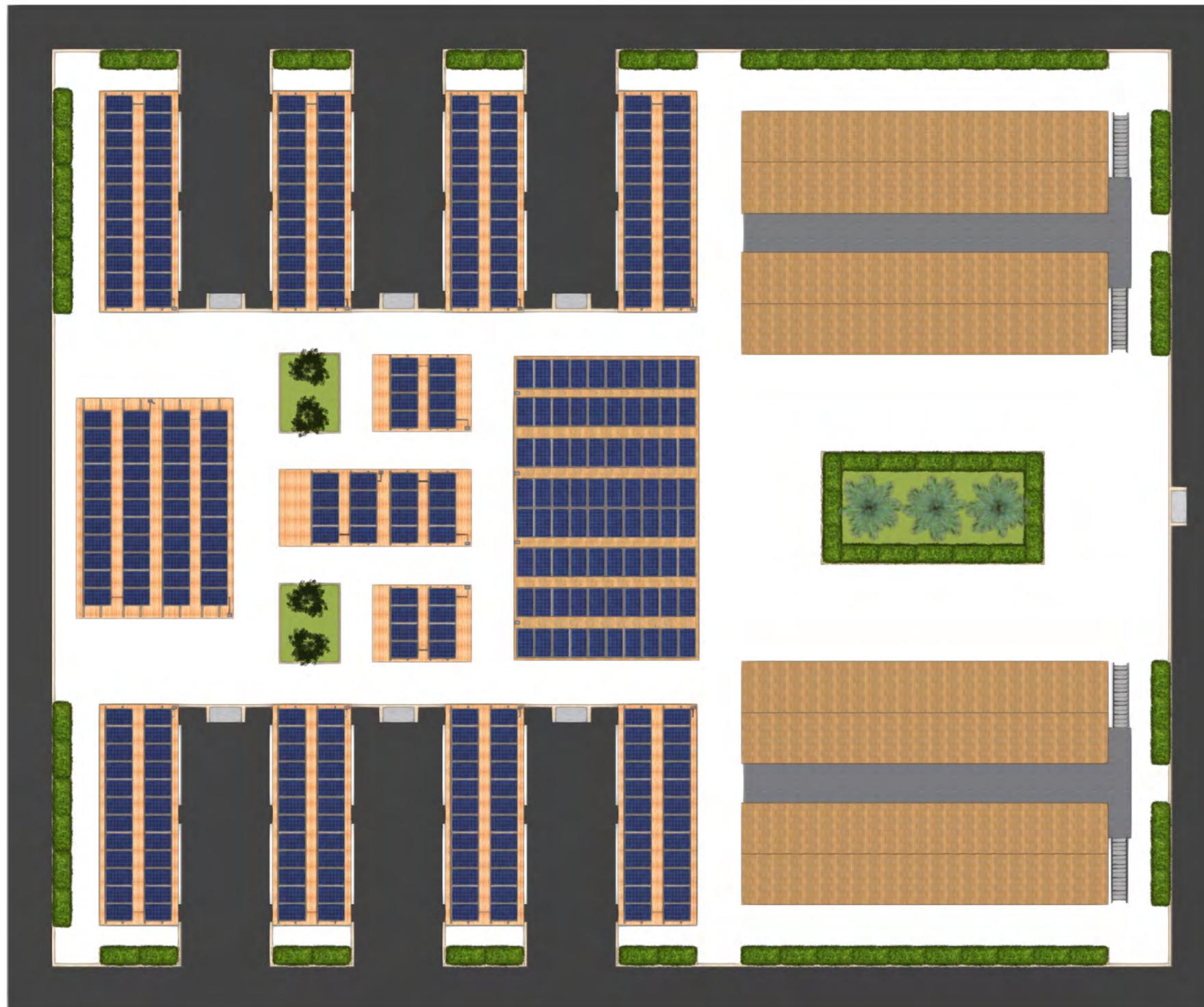


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

COMPLEJO-PLANTA 1

ESCALA 1:300



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

07/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

COMPLEJO-PLANTA 2

ESCALA 1:300



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

08/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

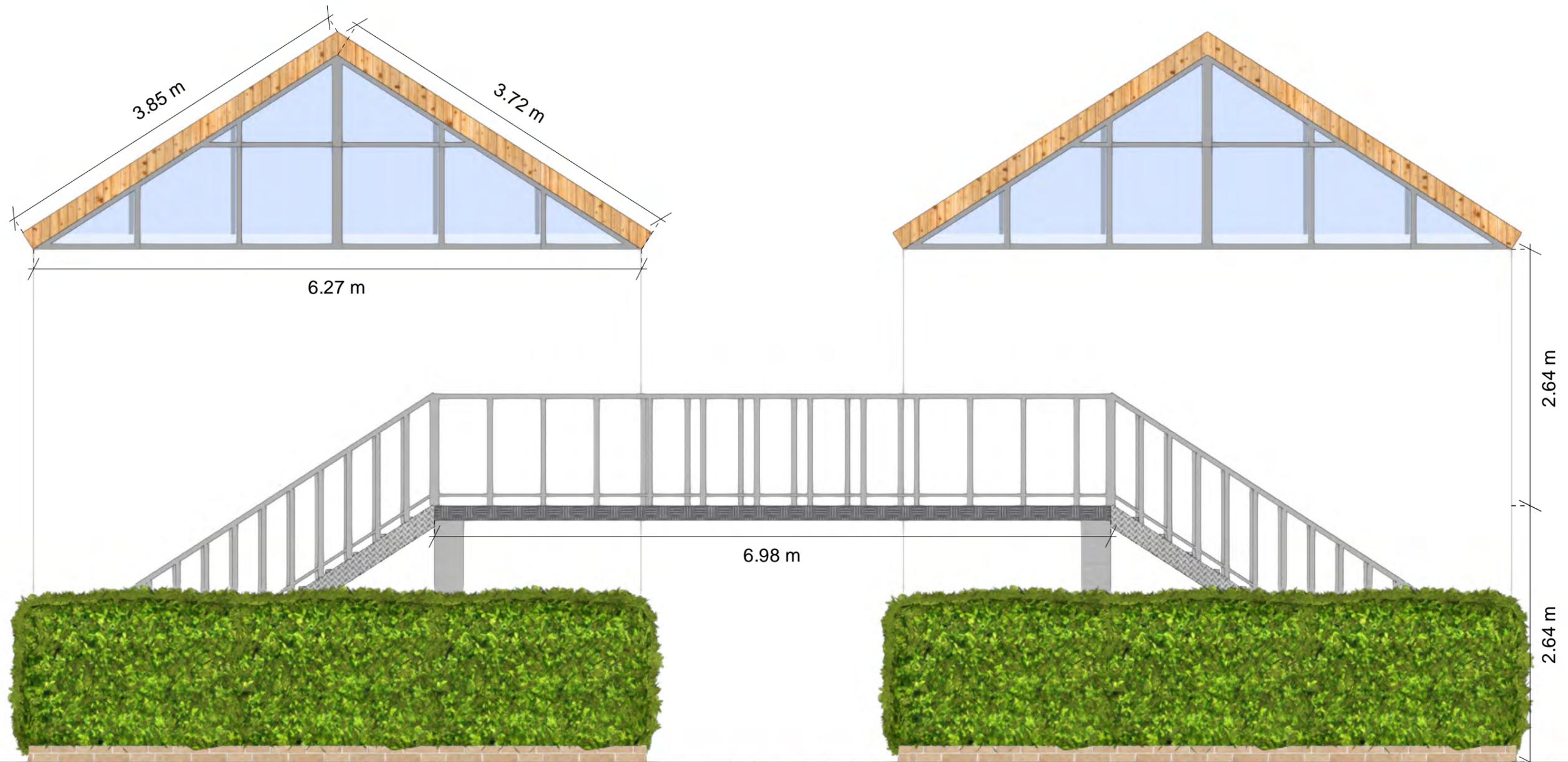


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

APARCAMIENTO-PLANTA 0

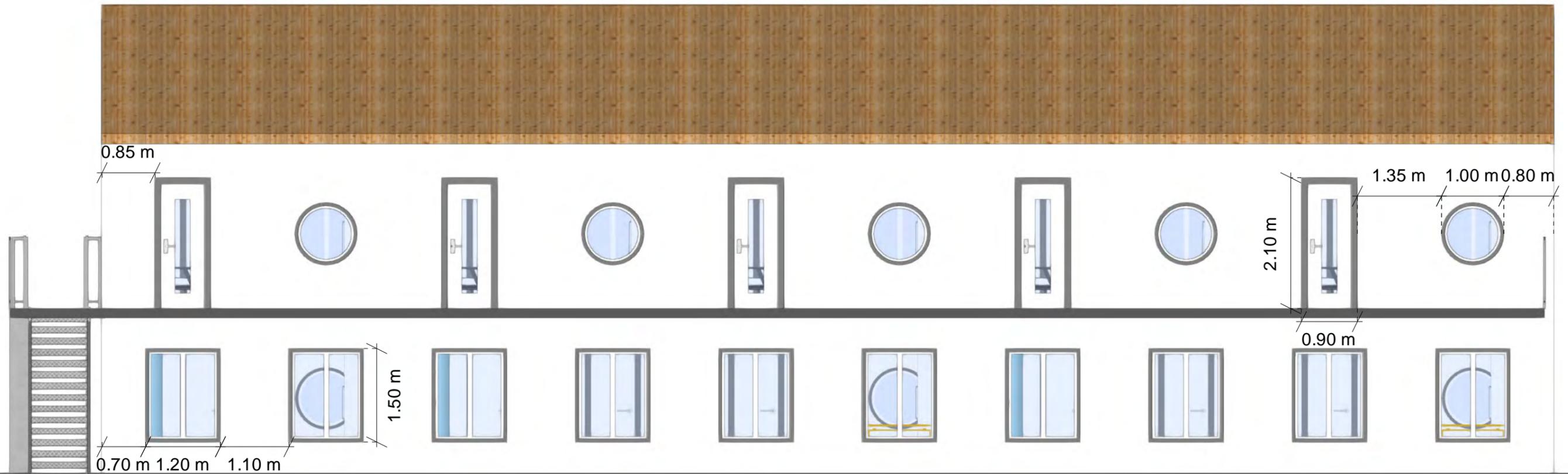
ESCALA 1:110



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA			
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA			
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
09/38	Autor/es	Kevin Javier López Melián	
CURSO 2022-23	EDIFICACIÓN	VIVIENDAS-ALZADO	ESCALA 1:45



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA			
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA			
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
10/38	Autor/es	Kevin Javier López Melián	
CURSO 2022-23	EDIFICACIÓN	VIVIENDAS-POSTERIOR	ESCALA 1:45



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

11/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

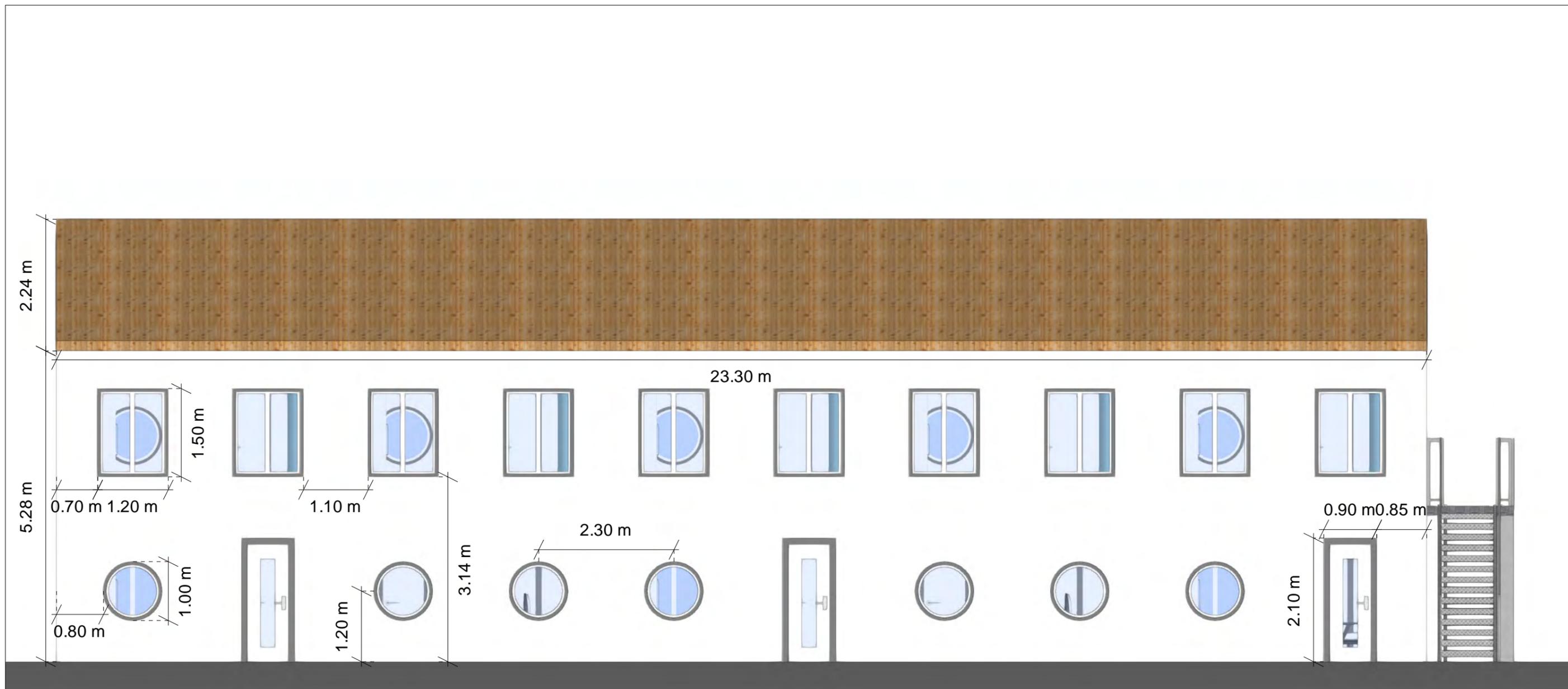


CURSO 2022-23

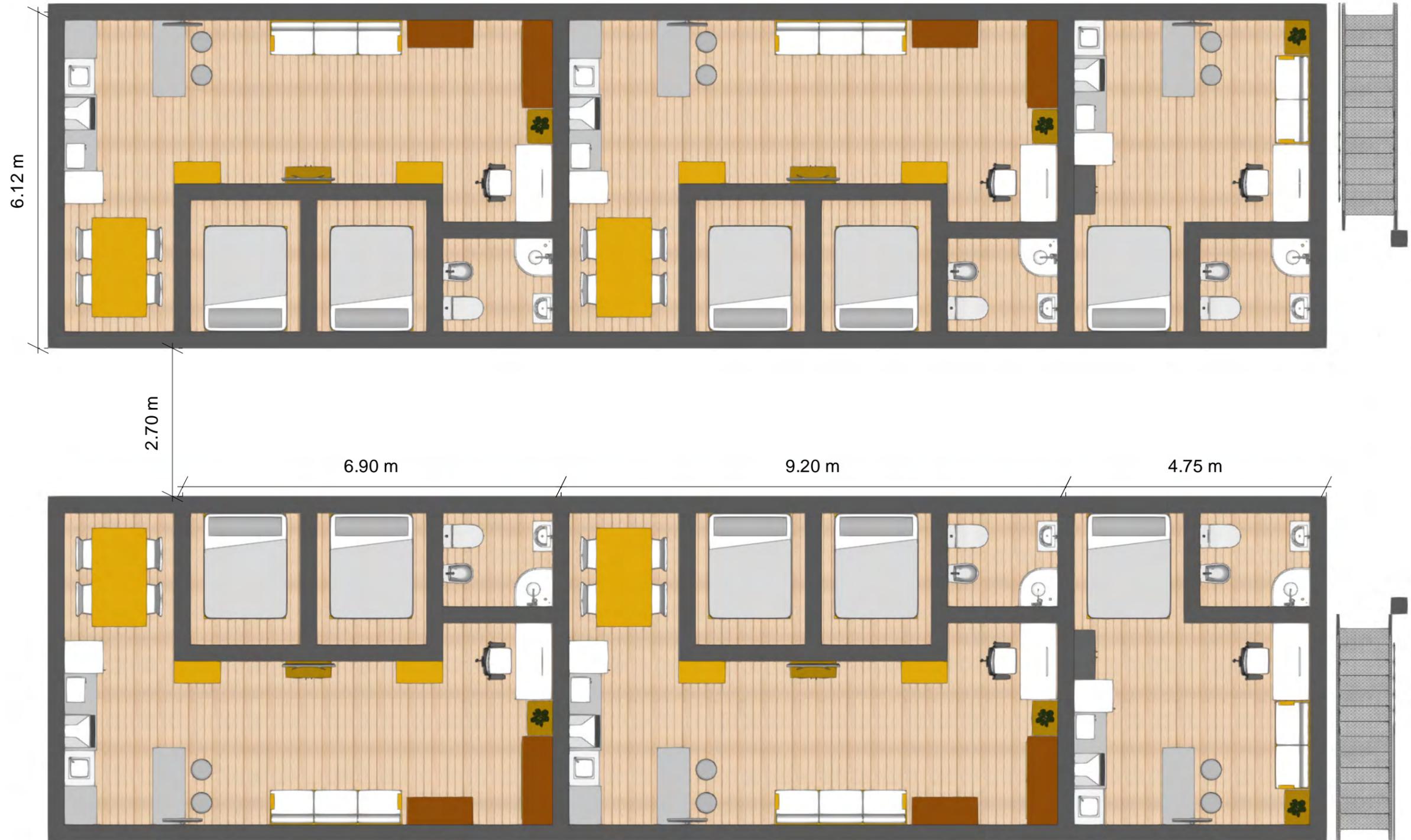
EDIFICACIÓN

VIVIENDAS-P.DERECHO

ESCALA 1:65



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA			
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA			
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
12/38	Autor/es	Kevin Javier López Melián	
CURSO 2022-23	EDIFICACIÓN	VIVIENDAS-P. IZQUIERDO	ESCALA 1:65



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

13/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

VIVIENDAS-PLANTA 0

ESCALA 1:75

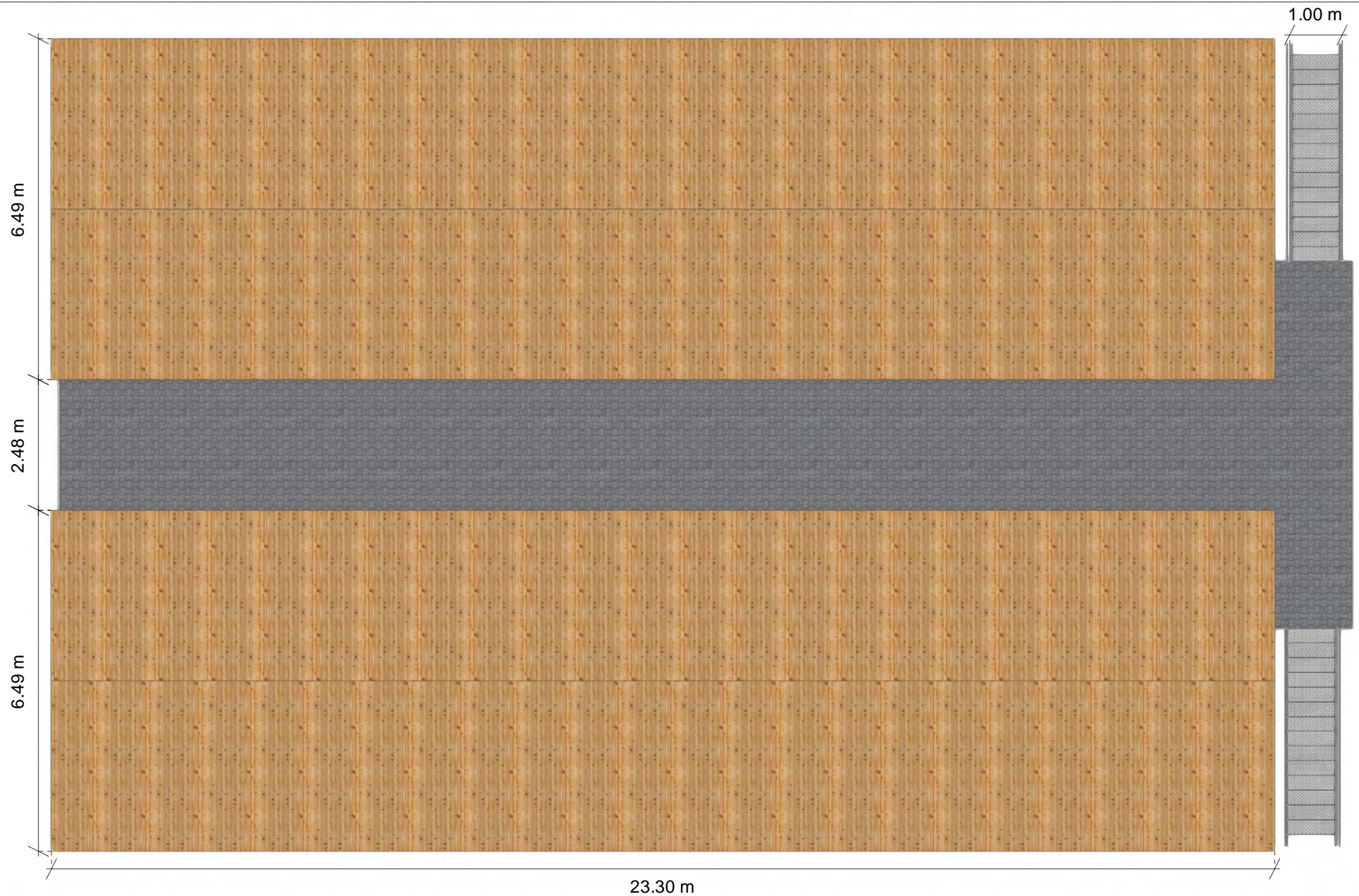


4.75 m

18.55 m

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA			
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA			
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
14/38	Autor/es	Kevin Javier López Melián	
CURSO 2022-23	EDIFICACIÓN	VIVIENDAS-PLANTA 1	ESCALA 1:75





23.30 m

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

15/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

VIVIENDAS-PLANTA 2

ESCALA 1:75



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

16/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

VIVIENDA A-PLANTA 0

ESCALA 1:35



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

17/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

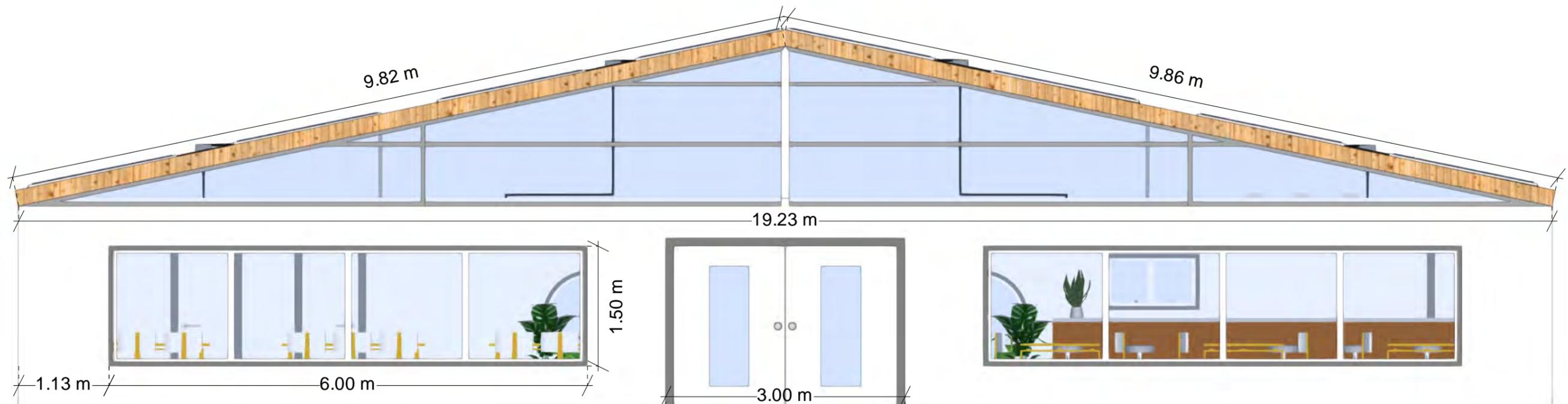


CURSO 2022-23

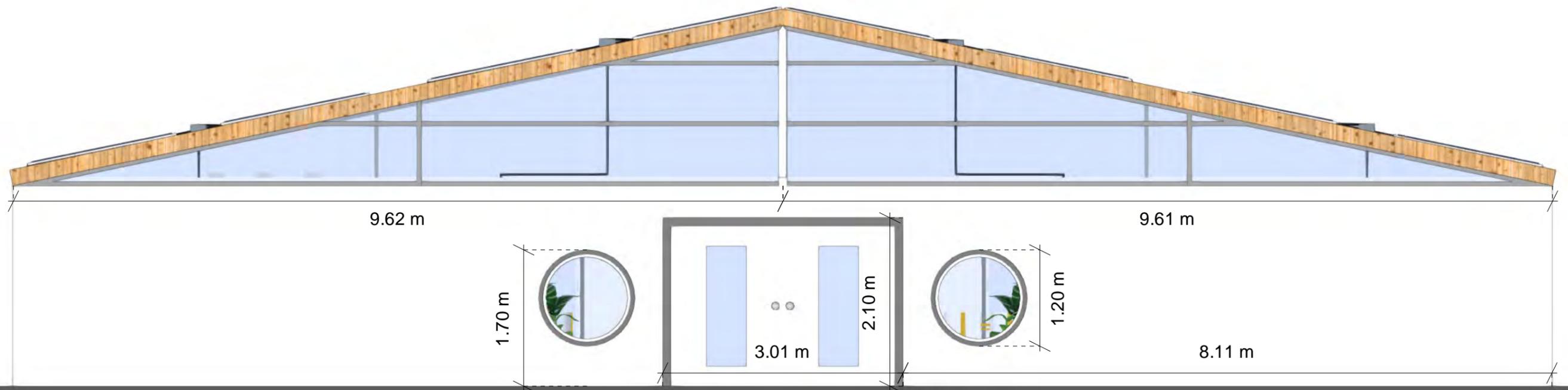
EDIFICACIÓN

VIVIENDA B-PLANTA 0

ESCALA 1:35



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA			
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA			
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
18/38	Autor/es	Kevin Javier López Melián	
CURSO 2022-23	EDIFICACIÓN	RESTAURANTE-ALZADO	ESCALA 1:55



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

19/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

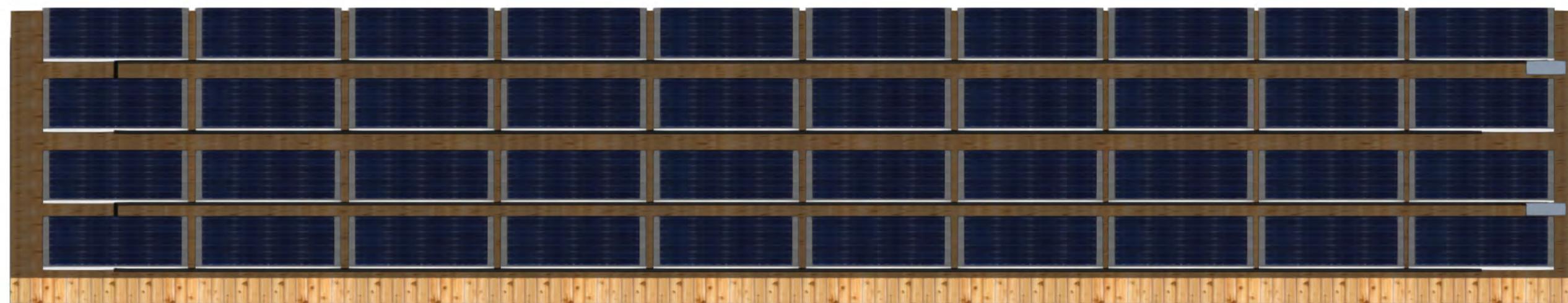


CURSO 2022-23

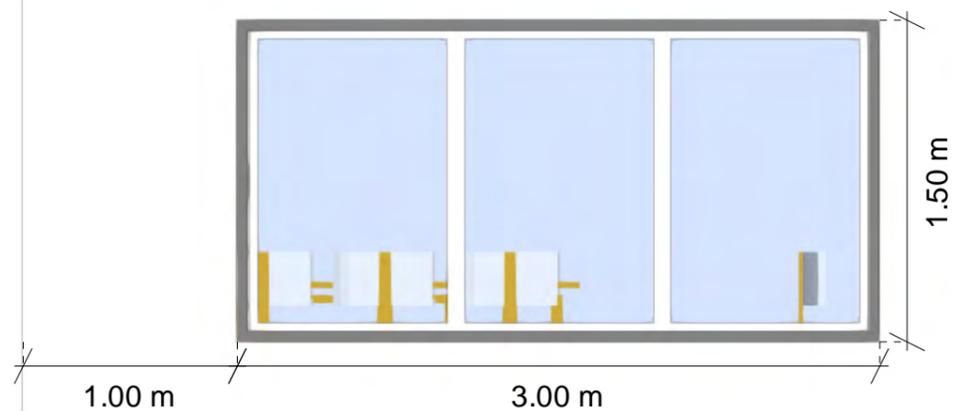
EDIFICACIÓN

RESTAURANTE-POSTERIOR

ESCALA 1:55



11.81 m



1.00 m

3.00 m

1.50 m

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

20/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

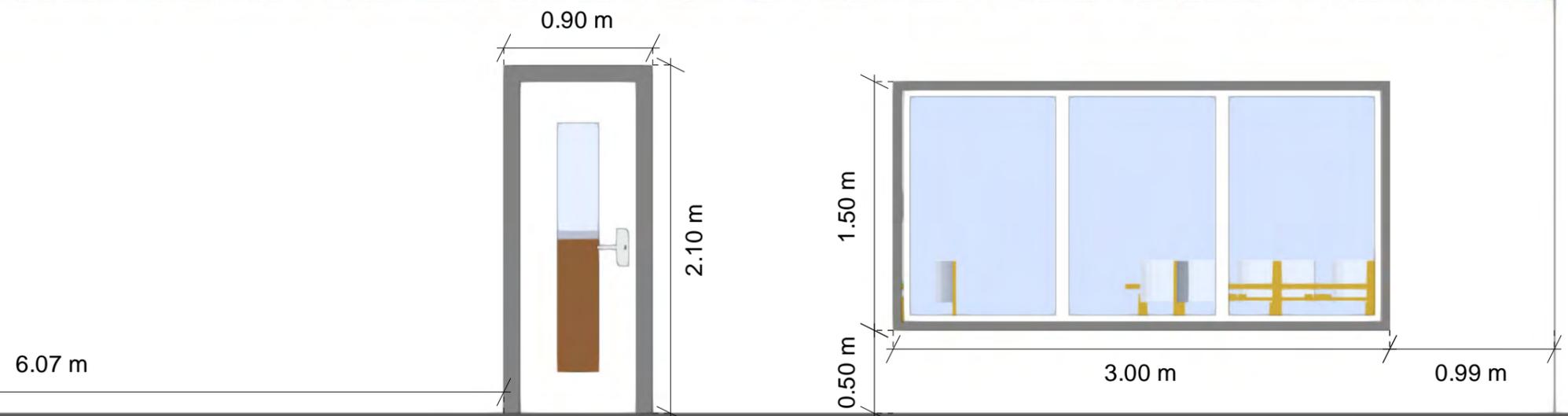
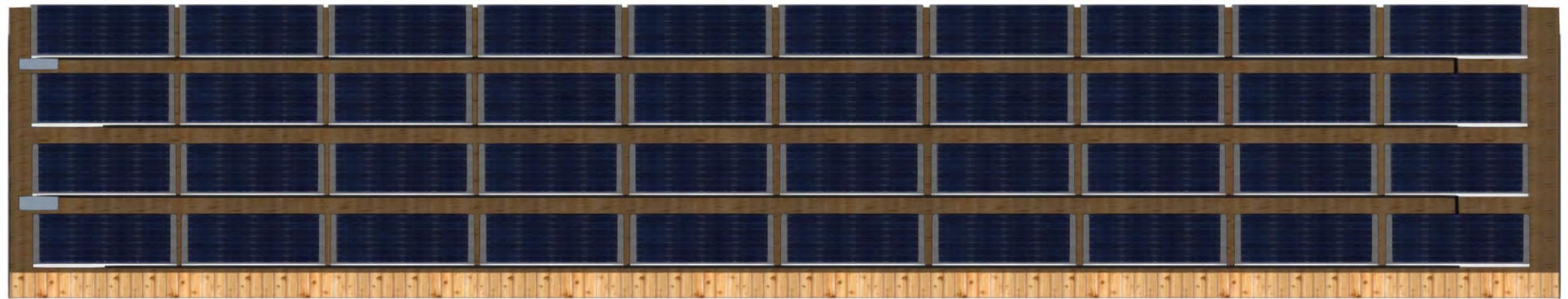


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

RESTAURANTE-P.DERECHO

ESCALA 1:35



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

21/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

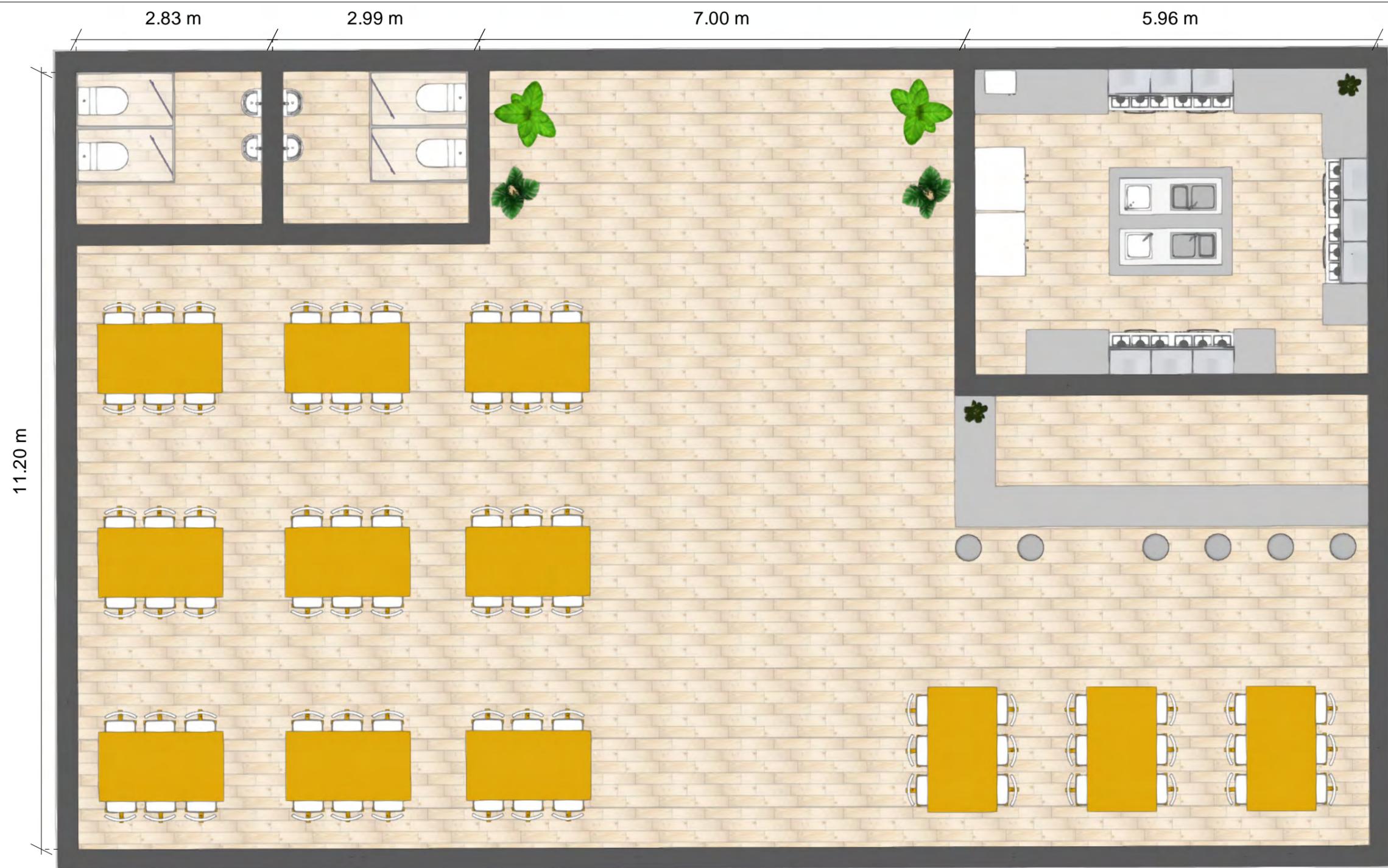


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

RESTAURANTE-P.IZQUIERDO

ESCALA 1:35



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

22/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

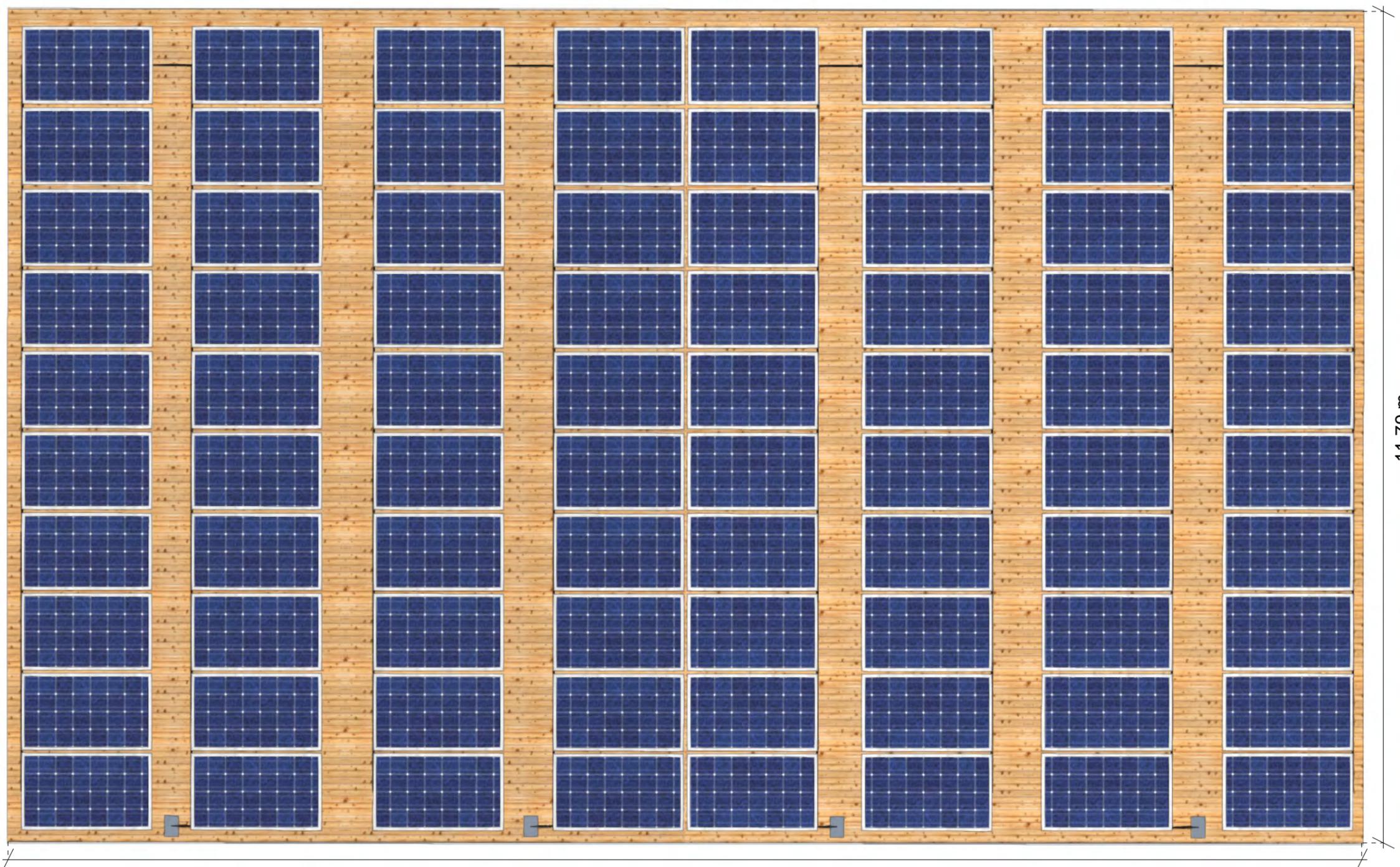


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

RESTAURANTE-PLANTA 0

ESCALA 1:60



19.24 m

11.79 m

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

23/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

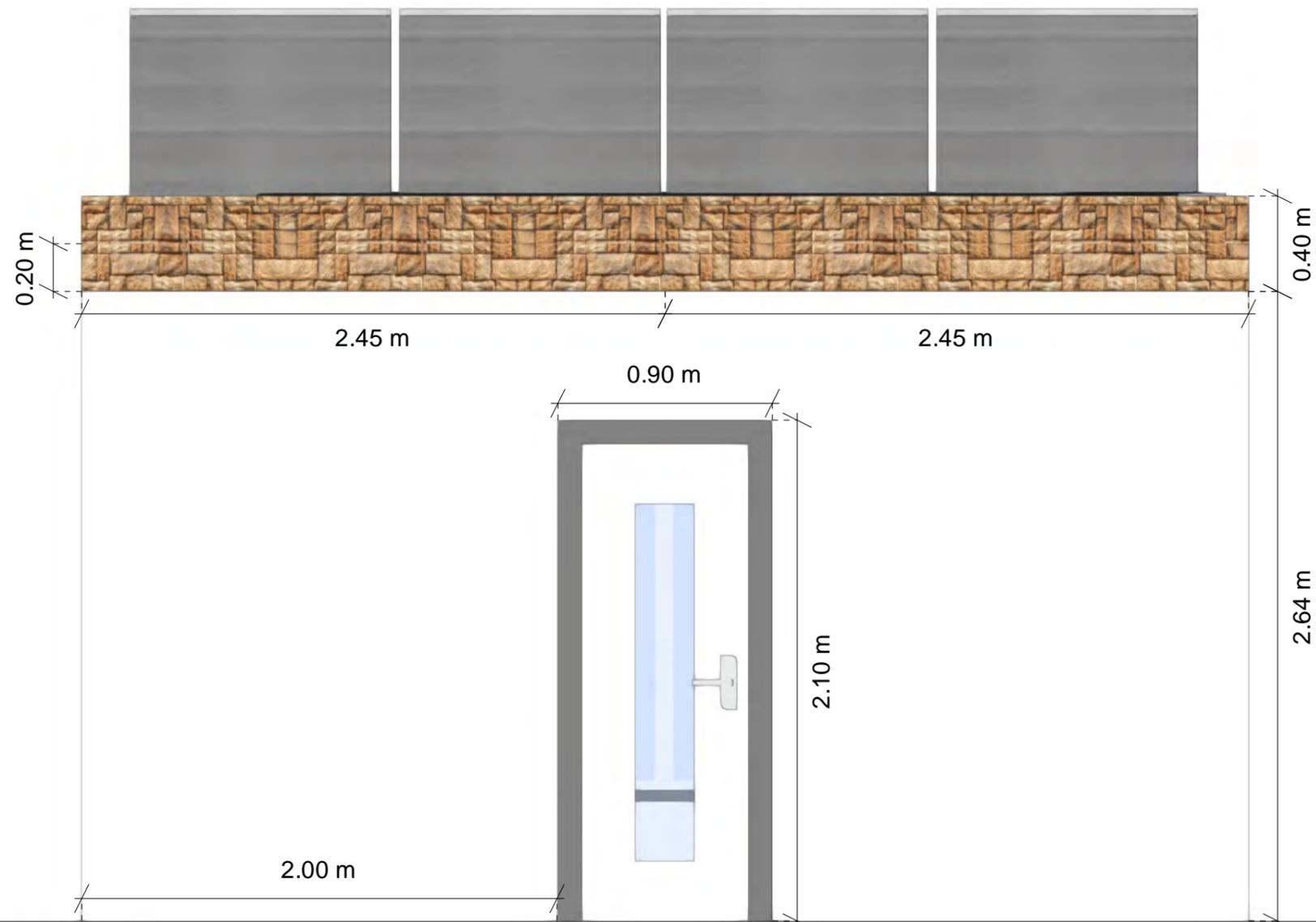


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

RESTAURANTE-PLANTA 1

ESCALA 1:60



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

24/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

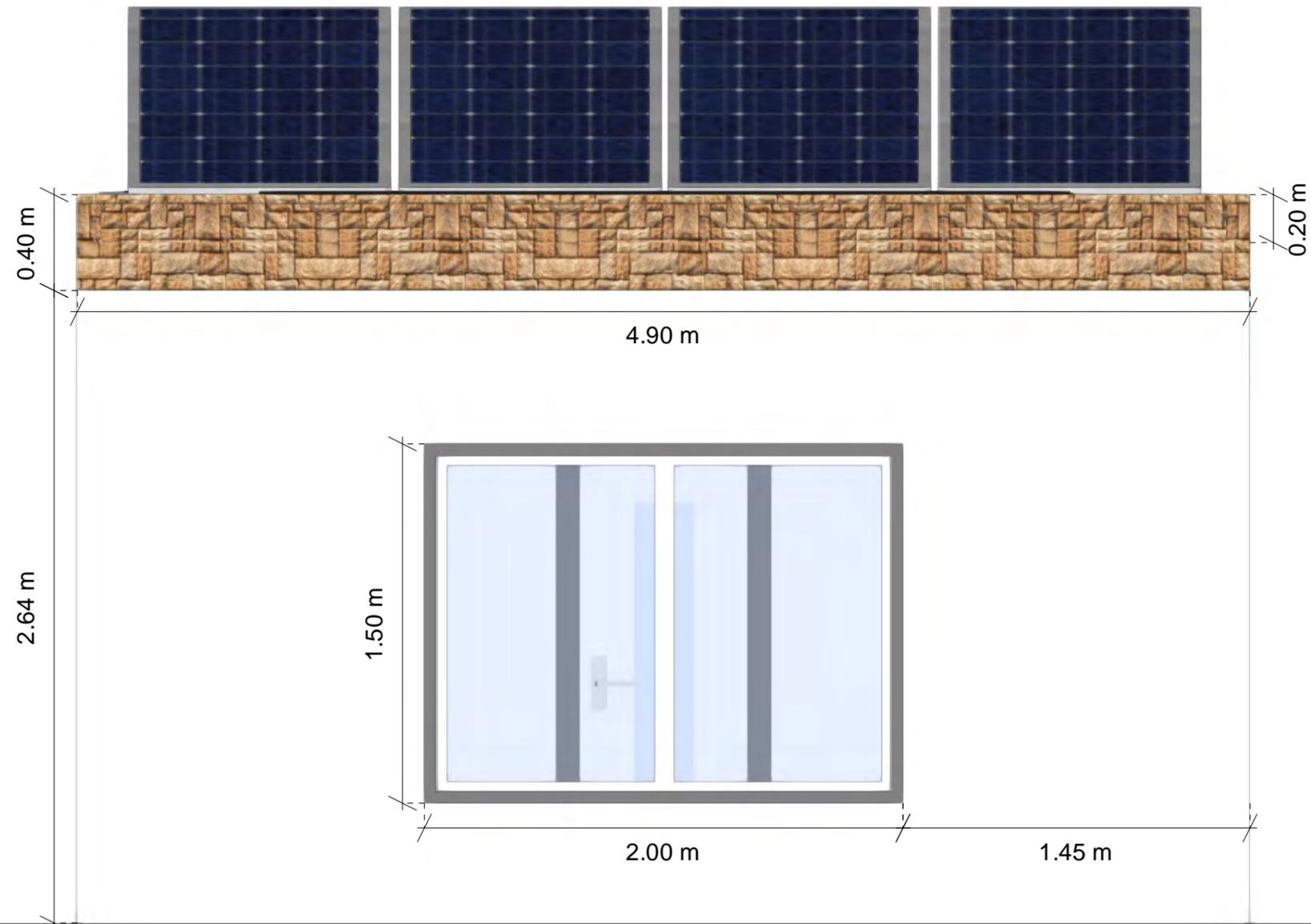


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

LAVANDERÍA-ALZADO

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

25/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

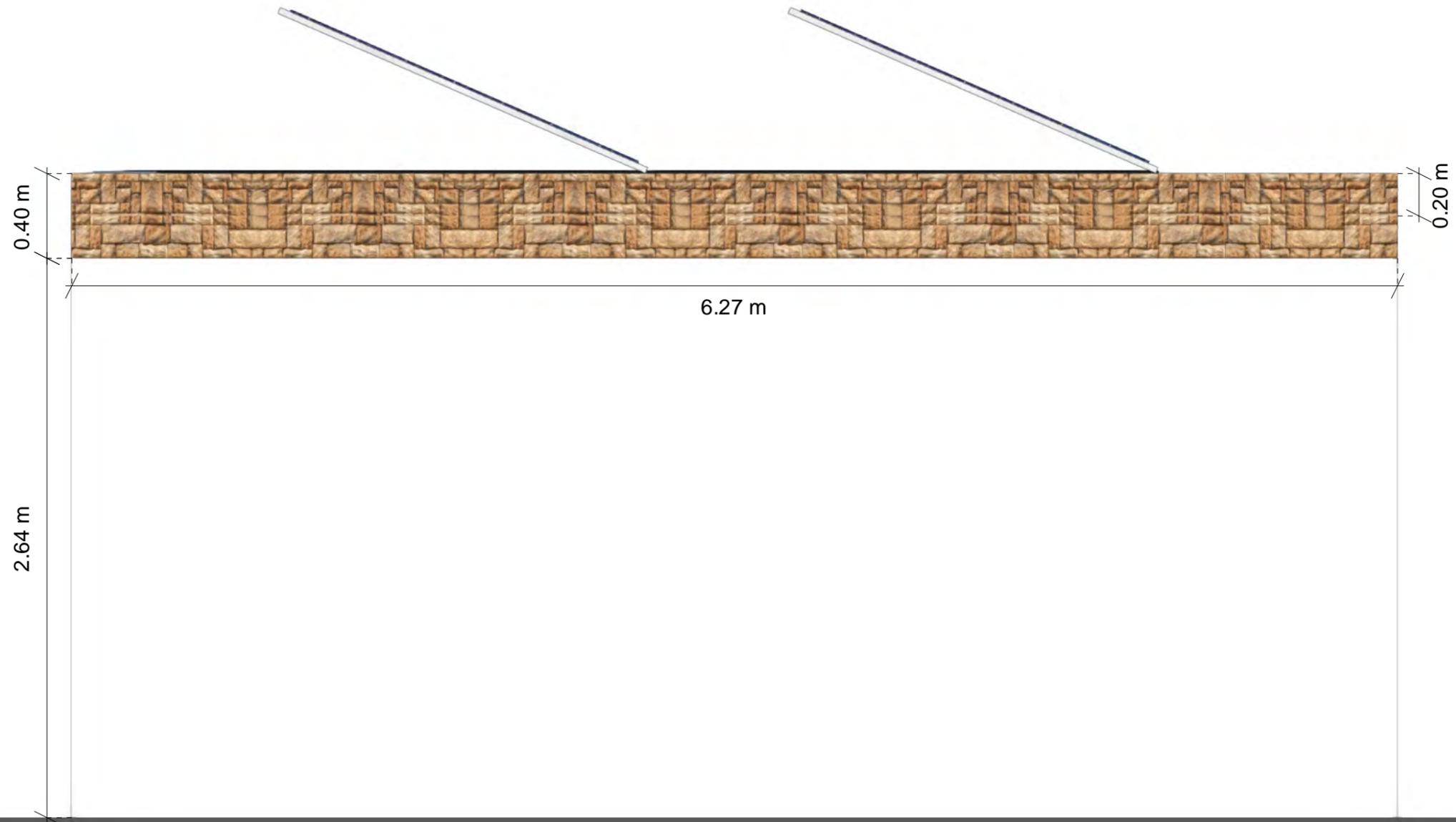


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

LAVANDERÍA-POSTERIOR

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

26/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

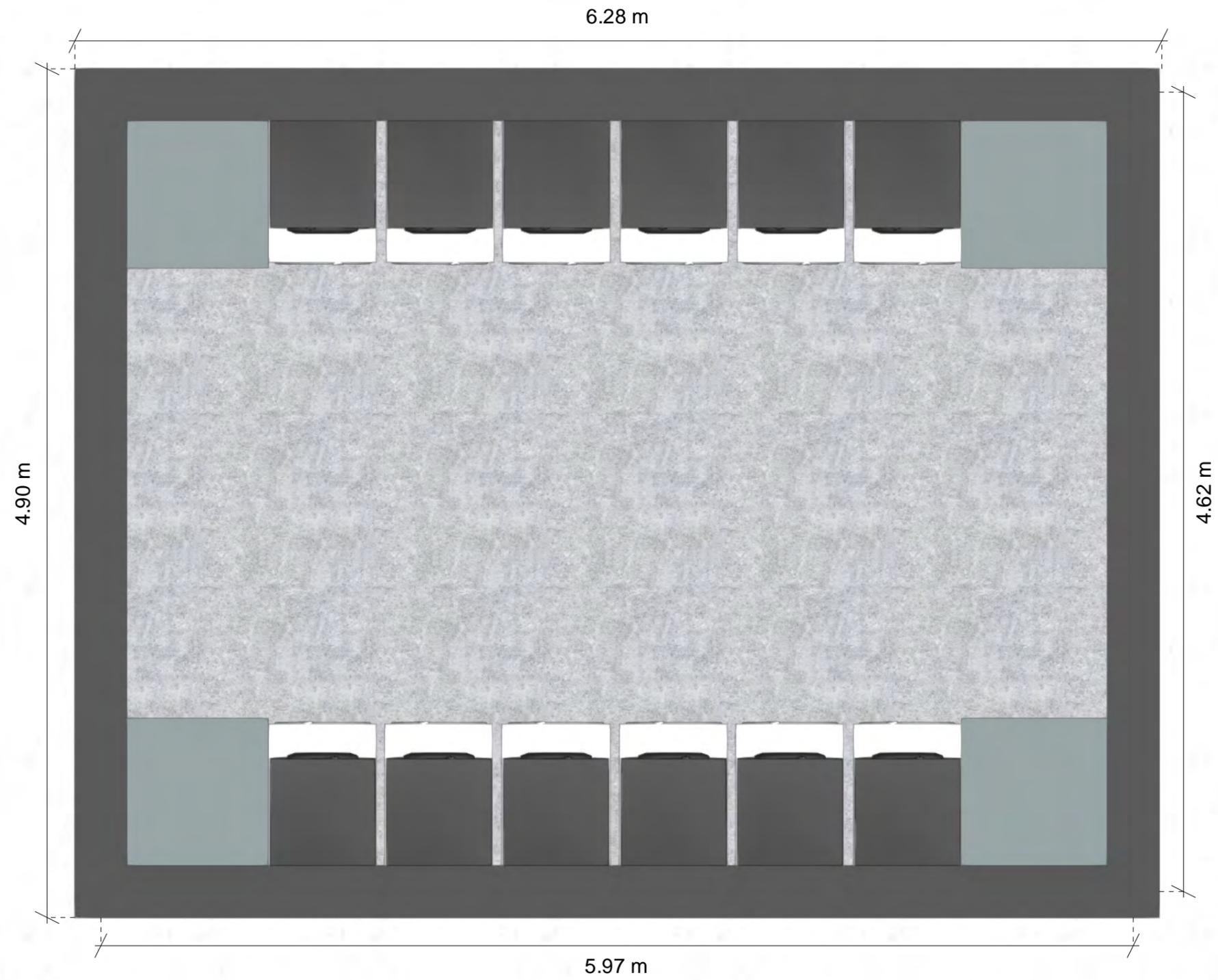


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

LAVANDERÍA-P.SIMÉTRICO

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

27/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

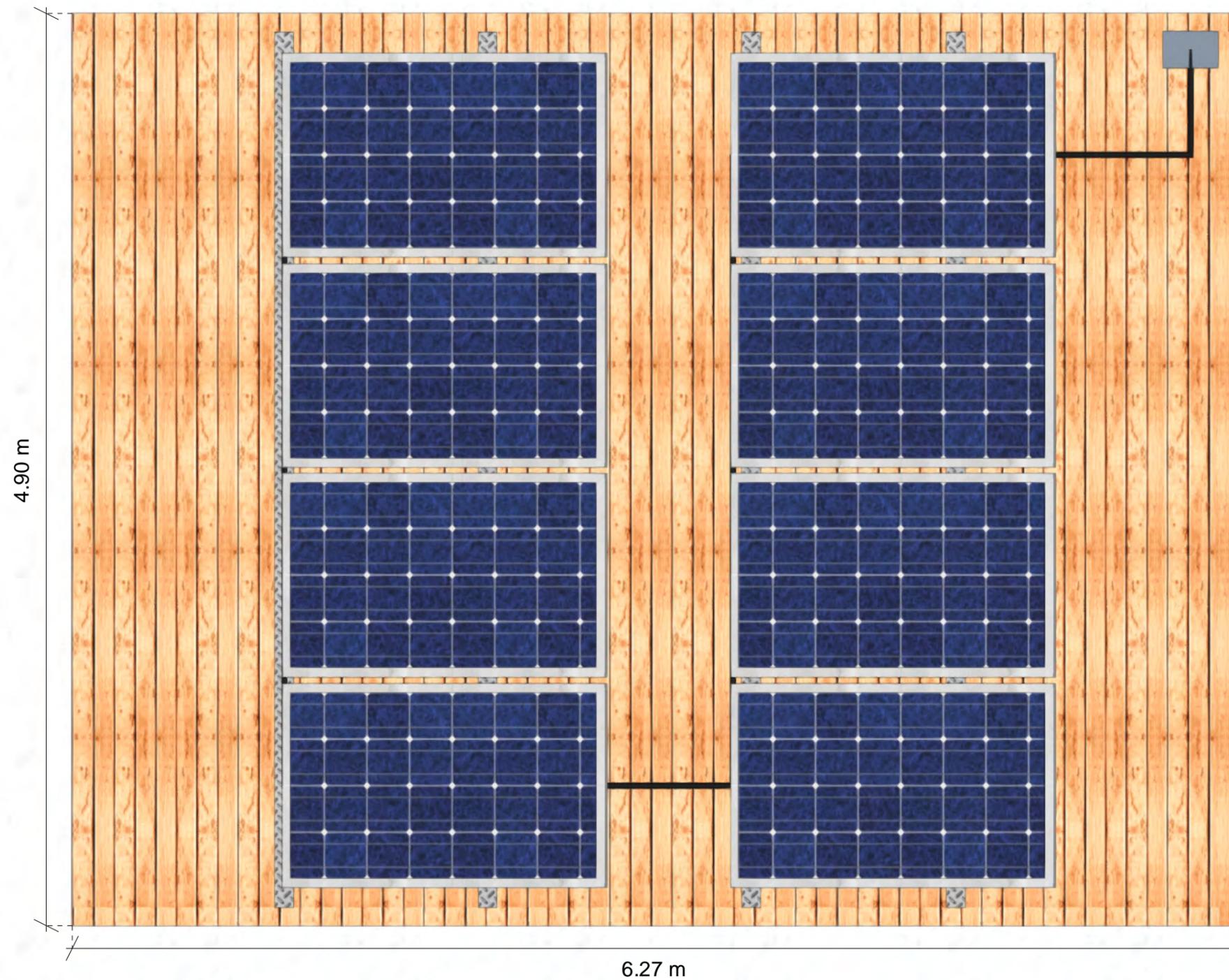


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

LAVANDERÍA-PLANTA 0

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

28/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

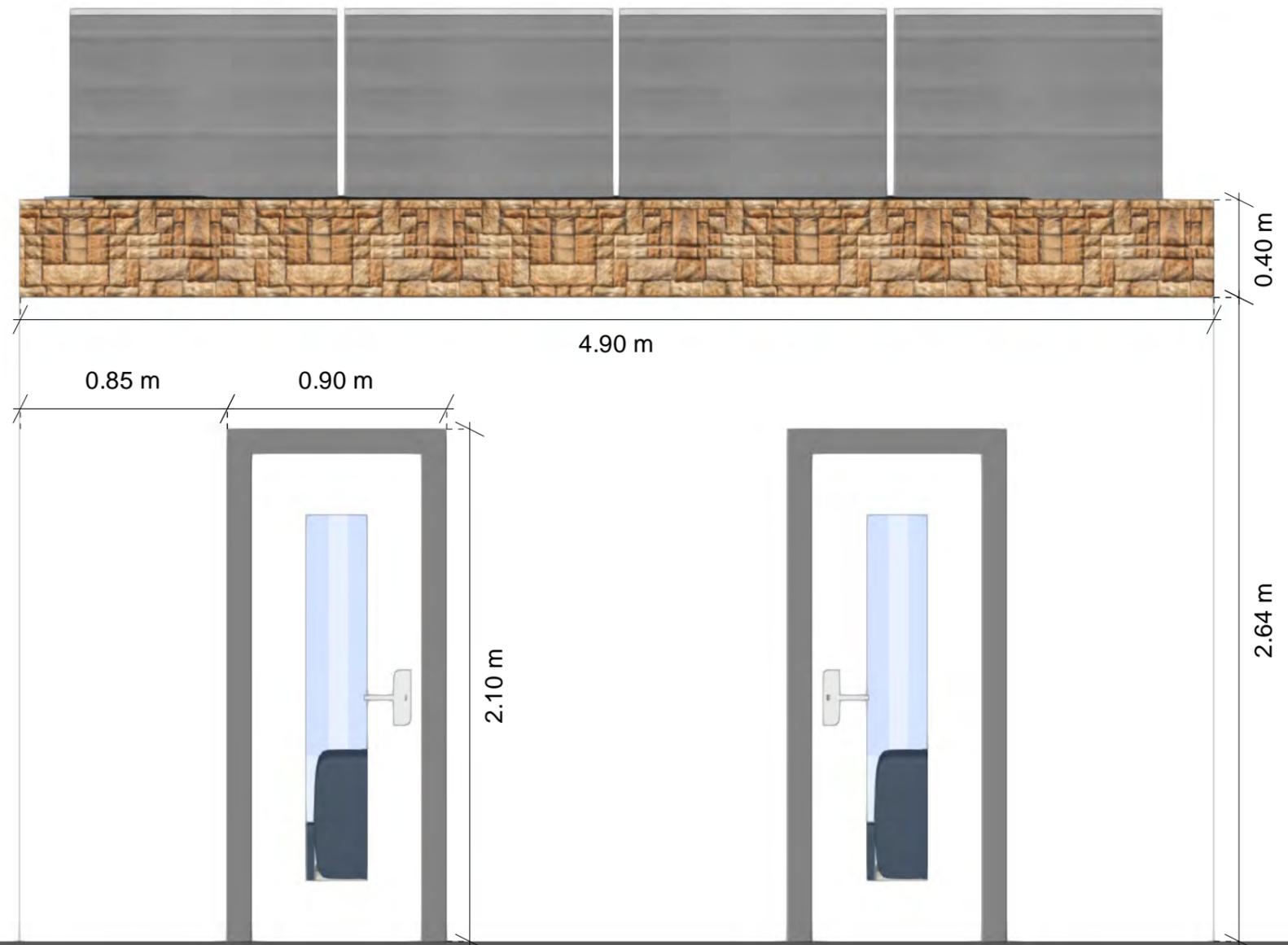


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

LAVANDERÍA-PLANTA 1

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

29/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

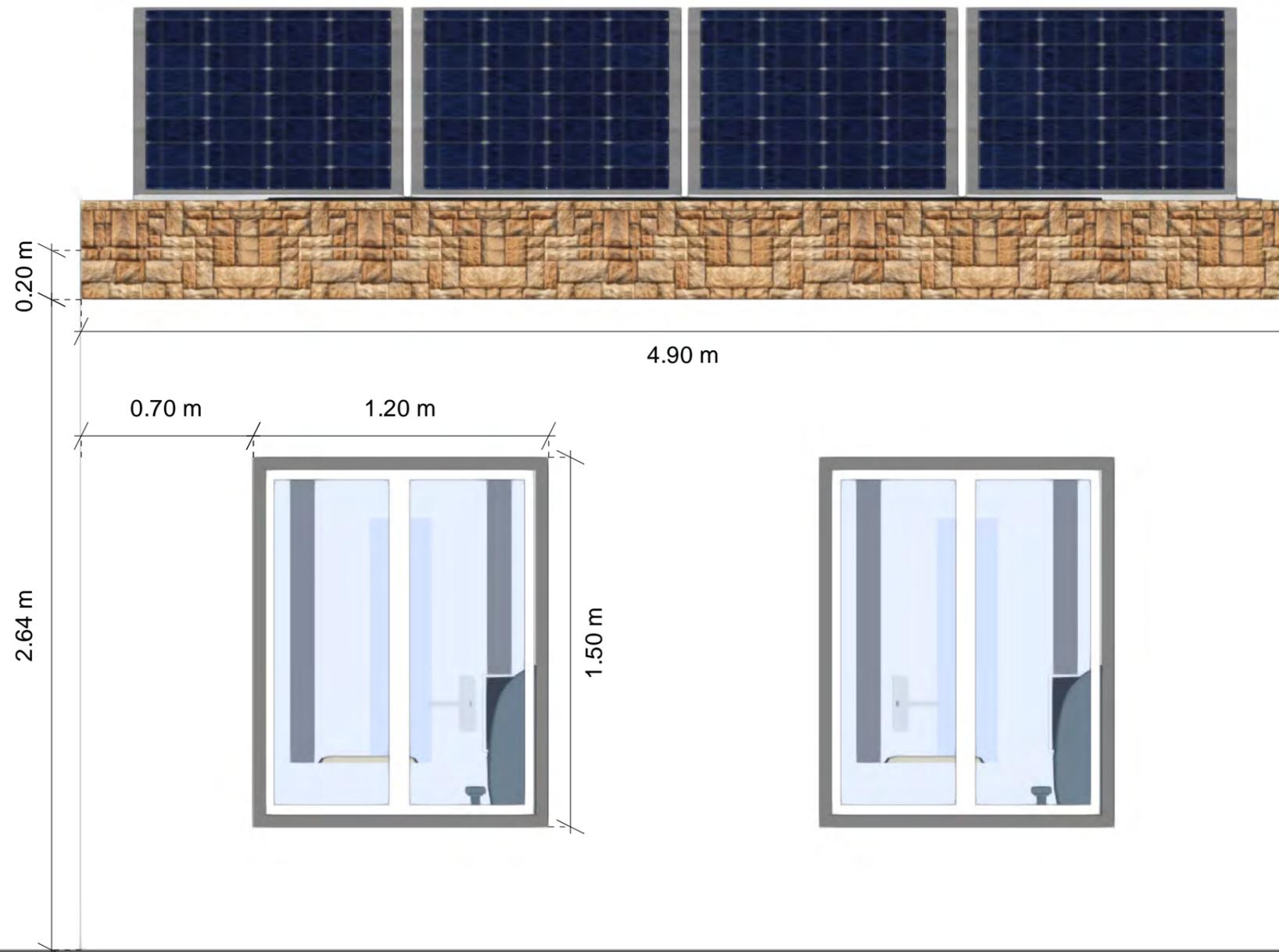


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

PSICOLOGÍA-ALZADO

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

30/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

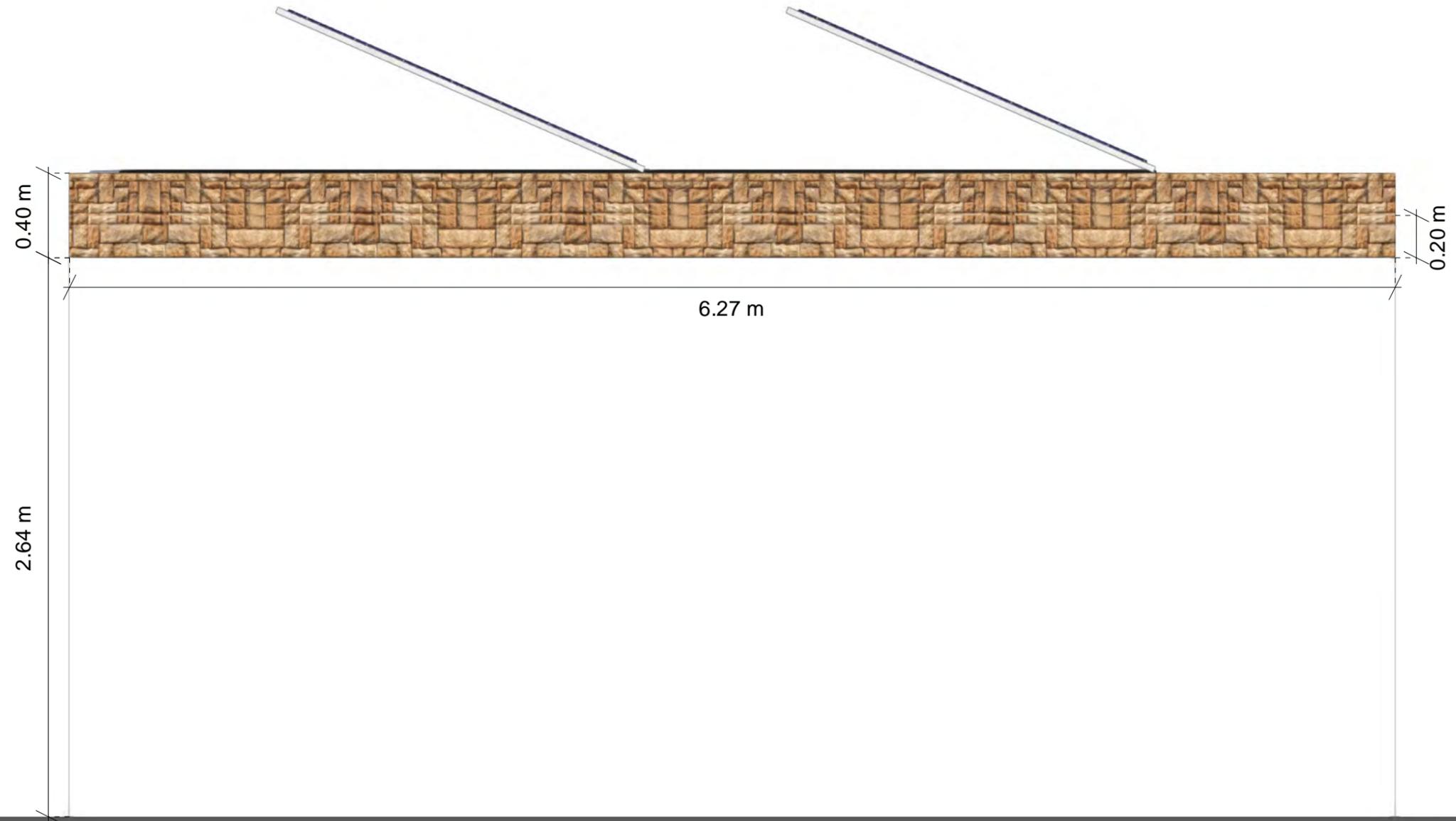


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

PSICOLOGÍA-POSTERIOR

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

31/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

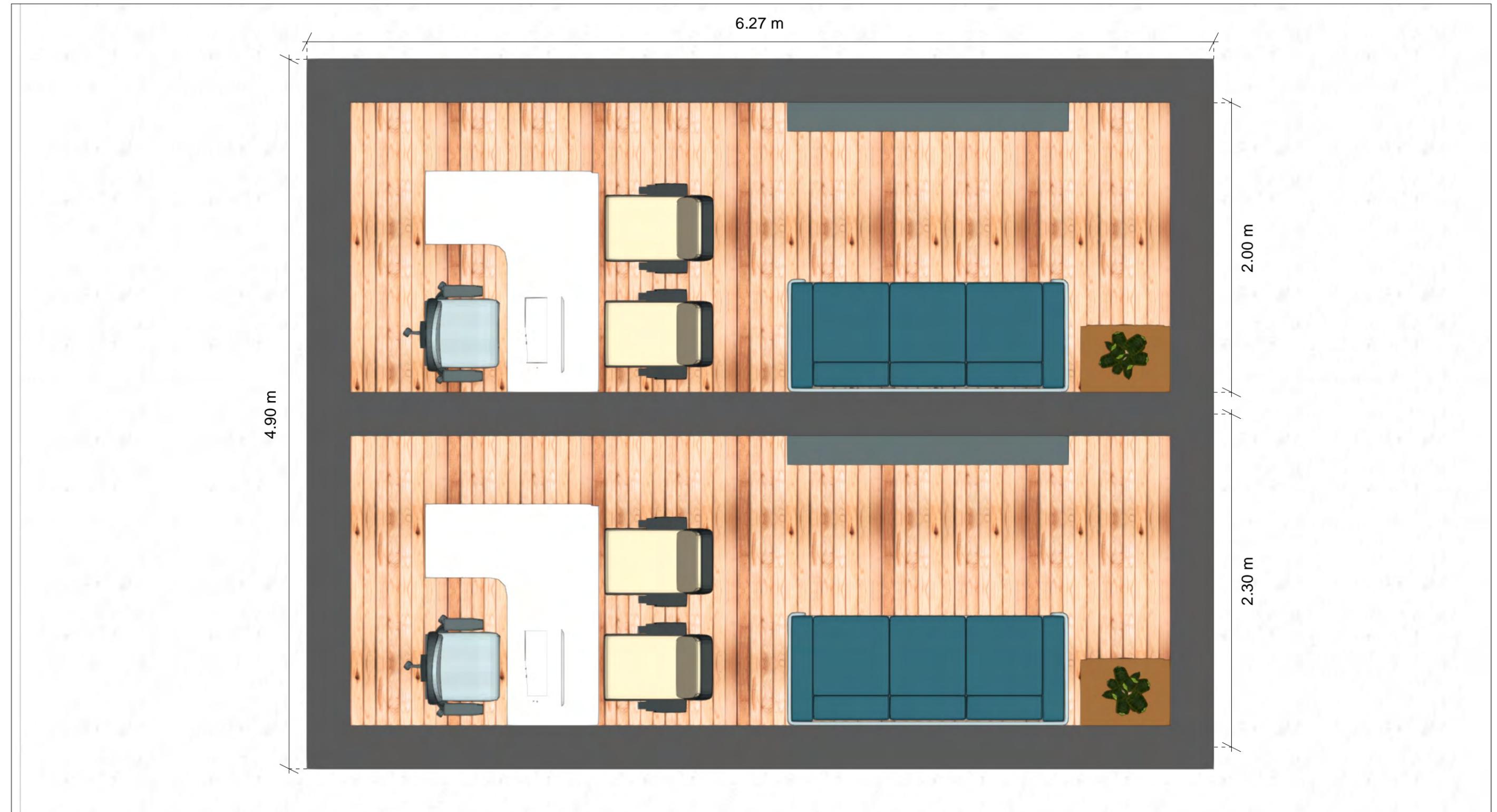


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

PSICOLOGÍA-P.SIMÉTRICO

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

32/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

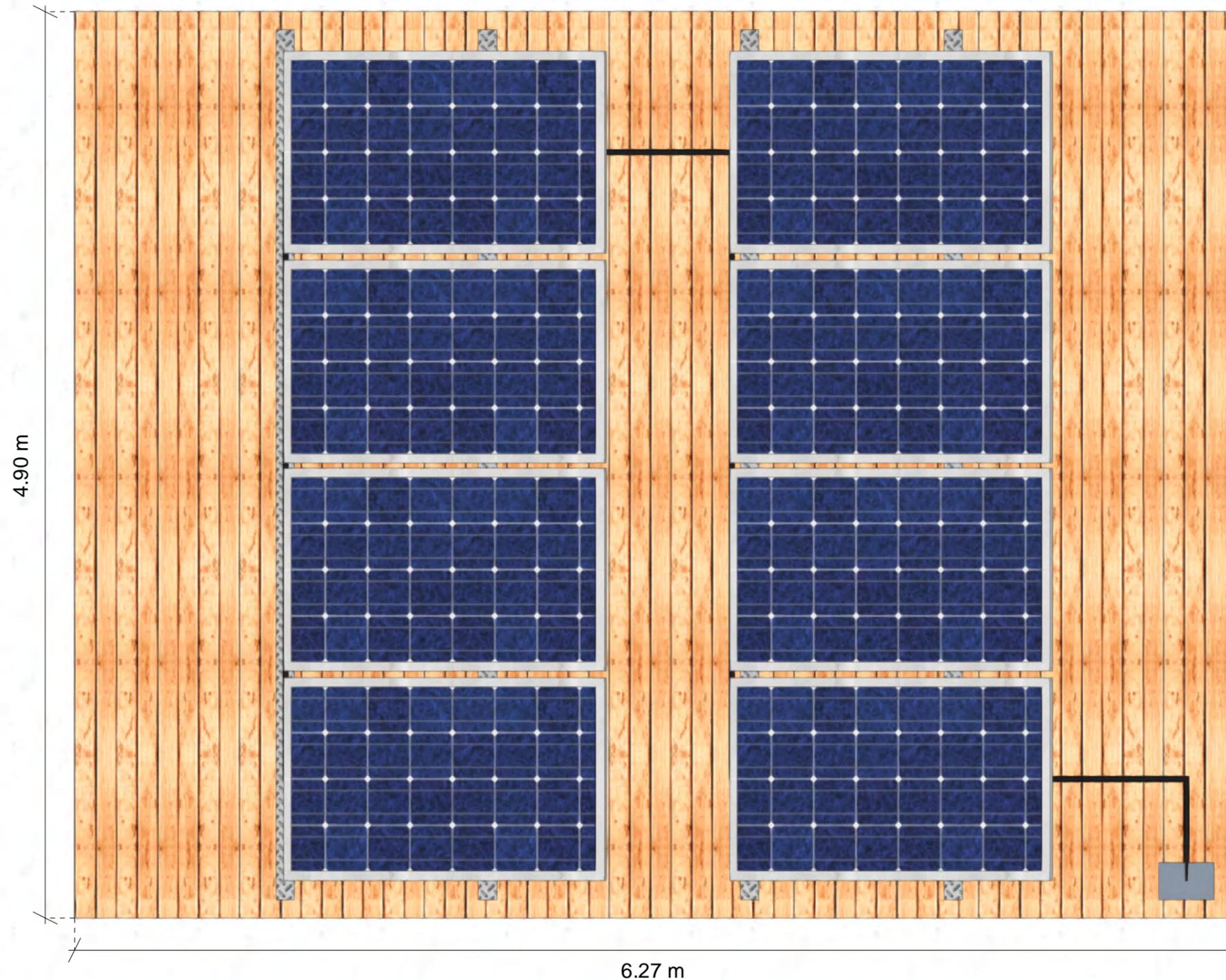


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

PSICOLOGÍA-PLANTA 0

ESCALA 1:25



6.27 m

4.90 m

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

33/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

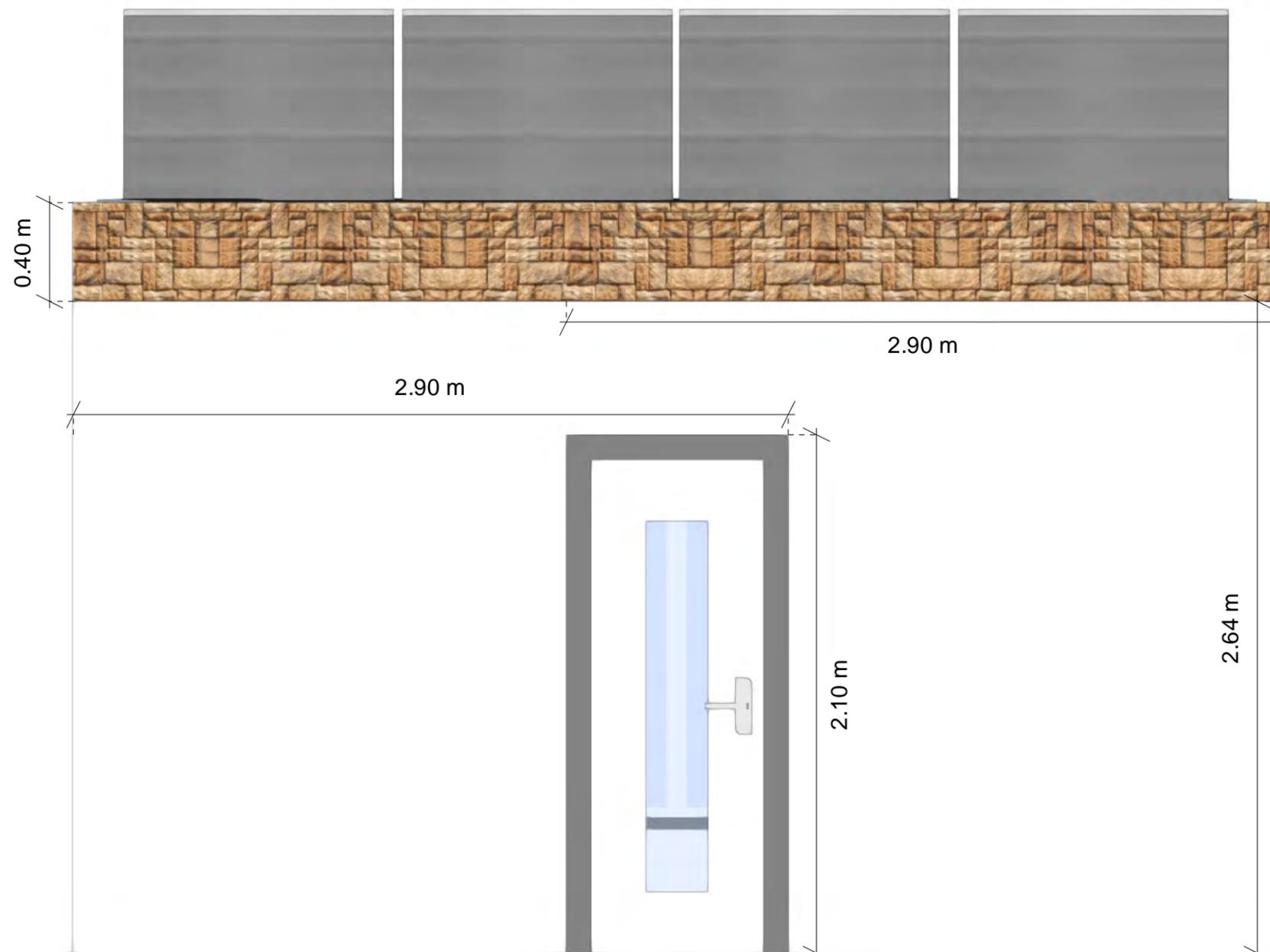


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

PSICOLOGÍA-PLANTA 1

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

34/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

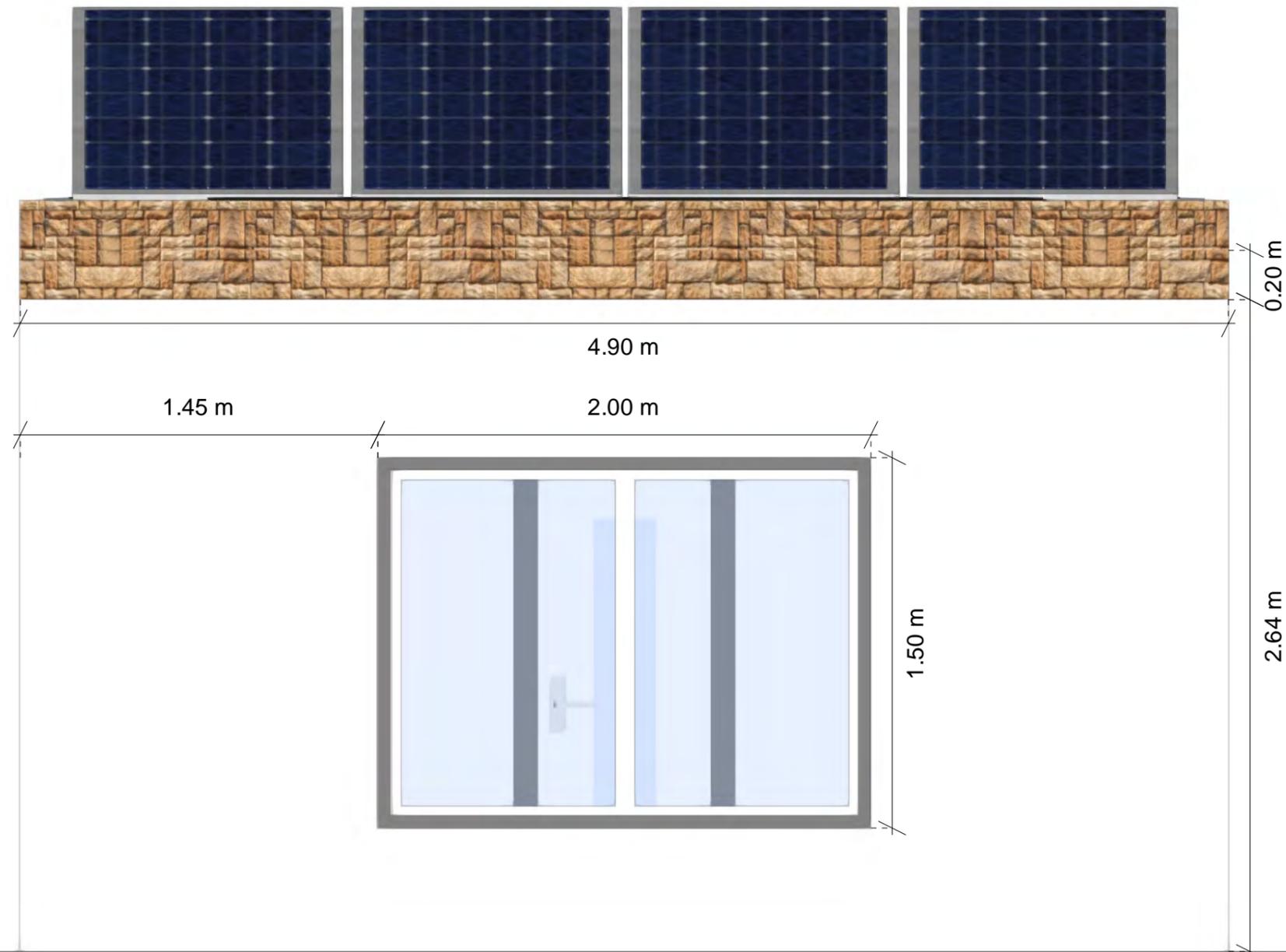


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

CENTRALITA-ALZADO

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

35/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

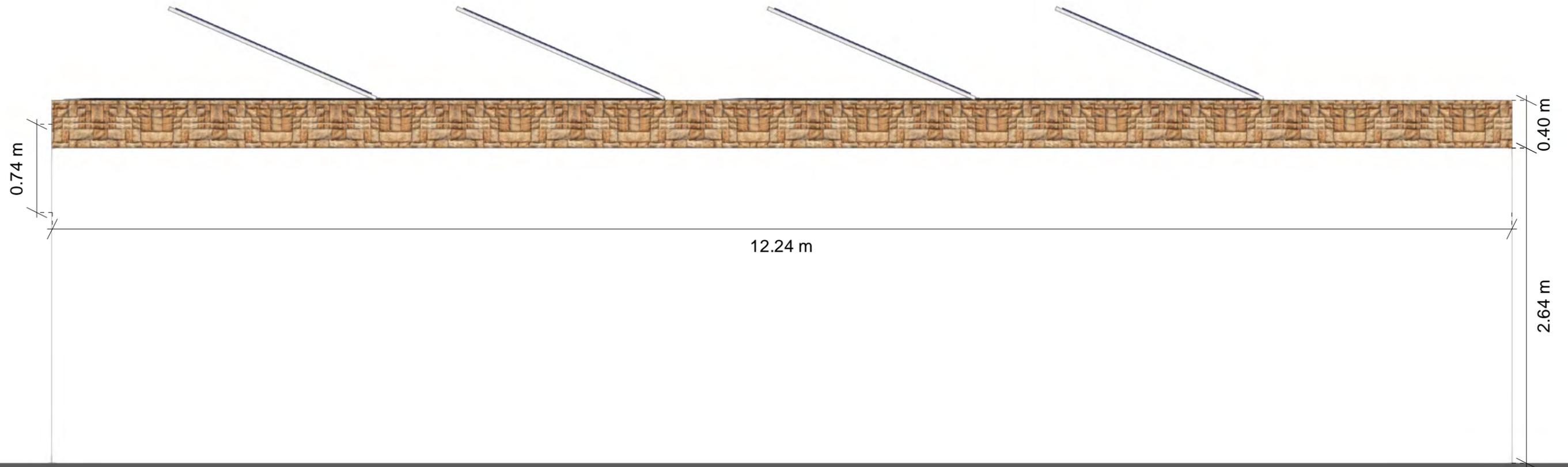


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

CENTRALITA-POSTERIOR

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

36/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

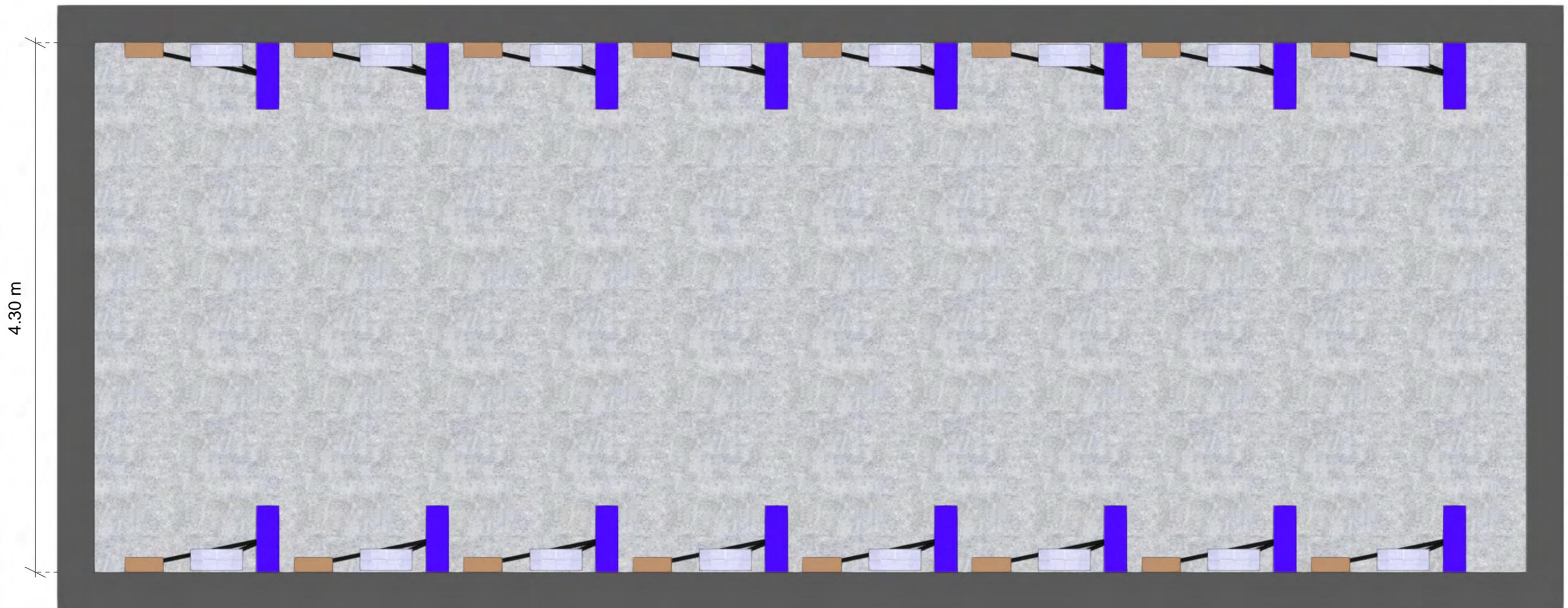


CURSO 2022-23

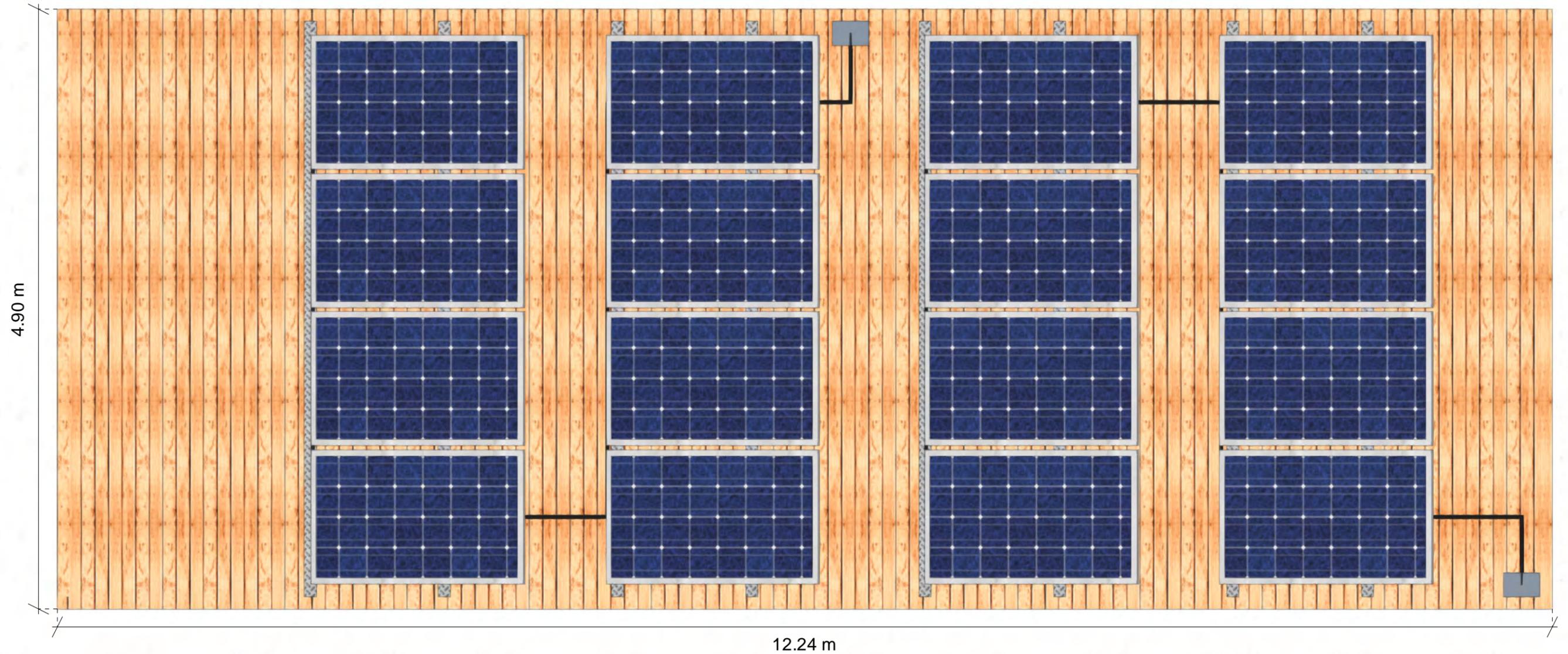
EDIFICACIÓN

CENTRALITA-P.SIMÉTRICO

ESCALA 1:35



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA			
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA			
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
37/38	Autor/es	Kevin Javier López Melián	
CURSO 2022-23	EDIFICACIÓN	CENTRALITA-PLANTA 0	ESCALA 1:35



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

38/38

Autor/es

Kevin Javier López Melián

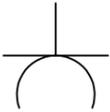
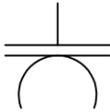
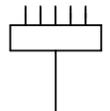
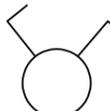
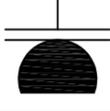


CURSO 2022-23

EDIFICACIÓN

CENTRALITA-PLANTA 1

ESCALA 1:35

LEYENDA GENERAL			
	Base enchufe 16 A		Base enchufe 20 A
	Cuadro General Distribución		Punto de Luz
	Interruptor Unipolar Doble		Interruptor Unipolar
	Toma de antena TV		Base enchufe 25 A

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

01/07

Autor/es

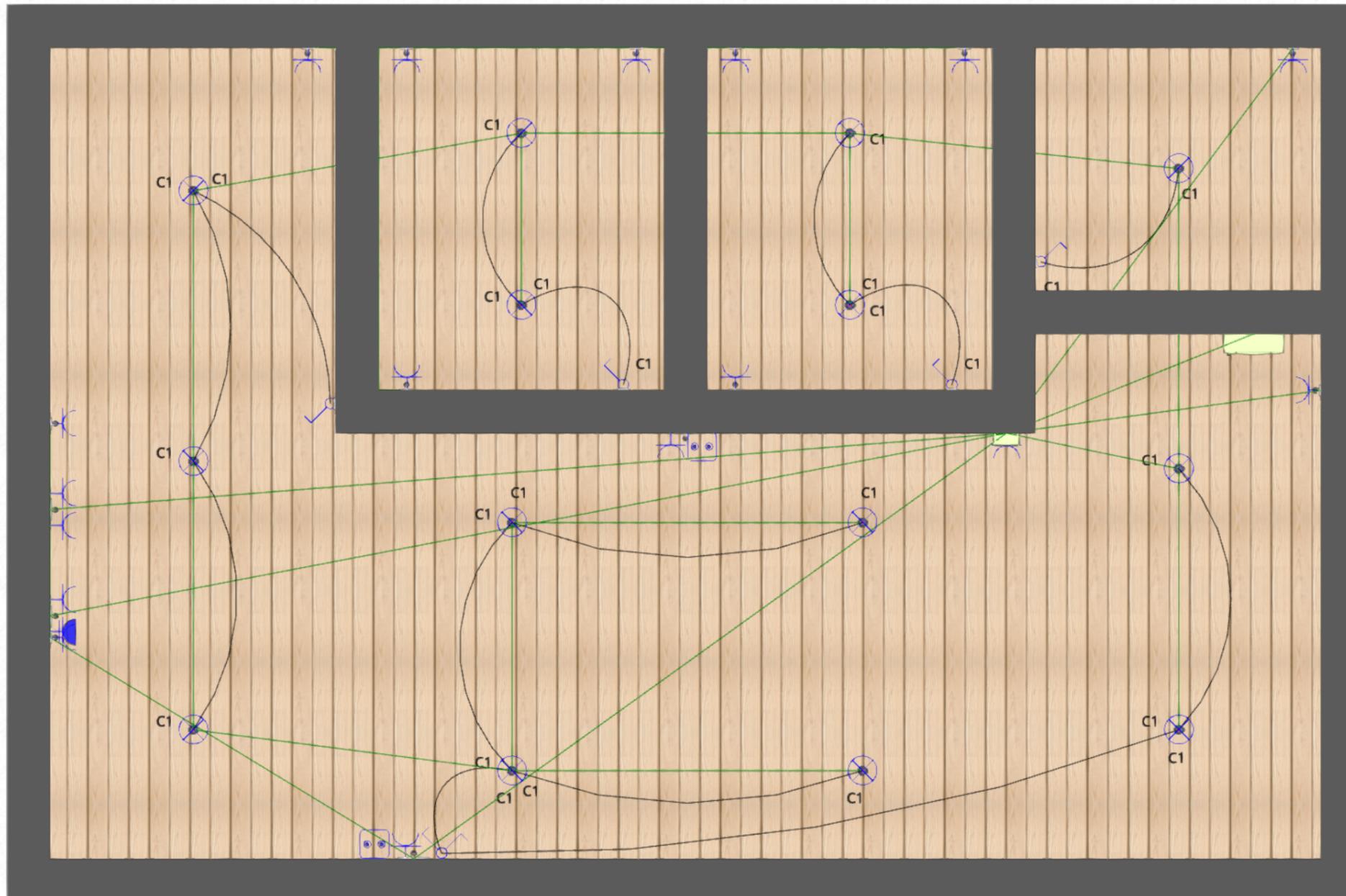
Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

LEYENDA GENERAL DE MECANISMOS ELÉCTRICOS

SIN ESCALA



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

02/07

Autor/es

Kevin Javier López Melián

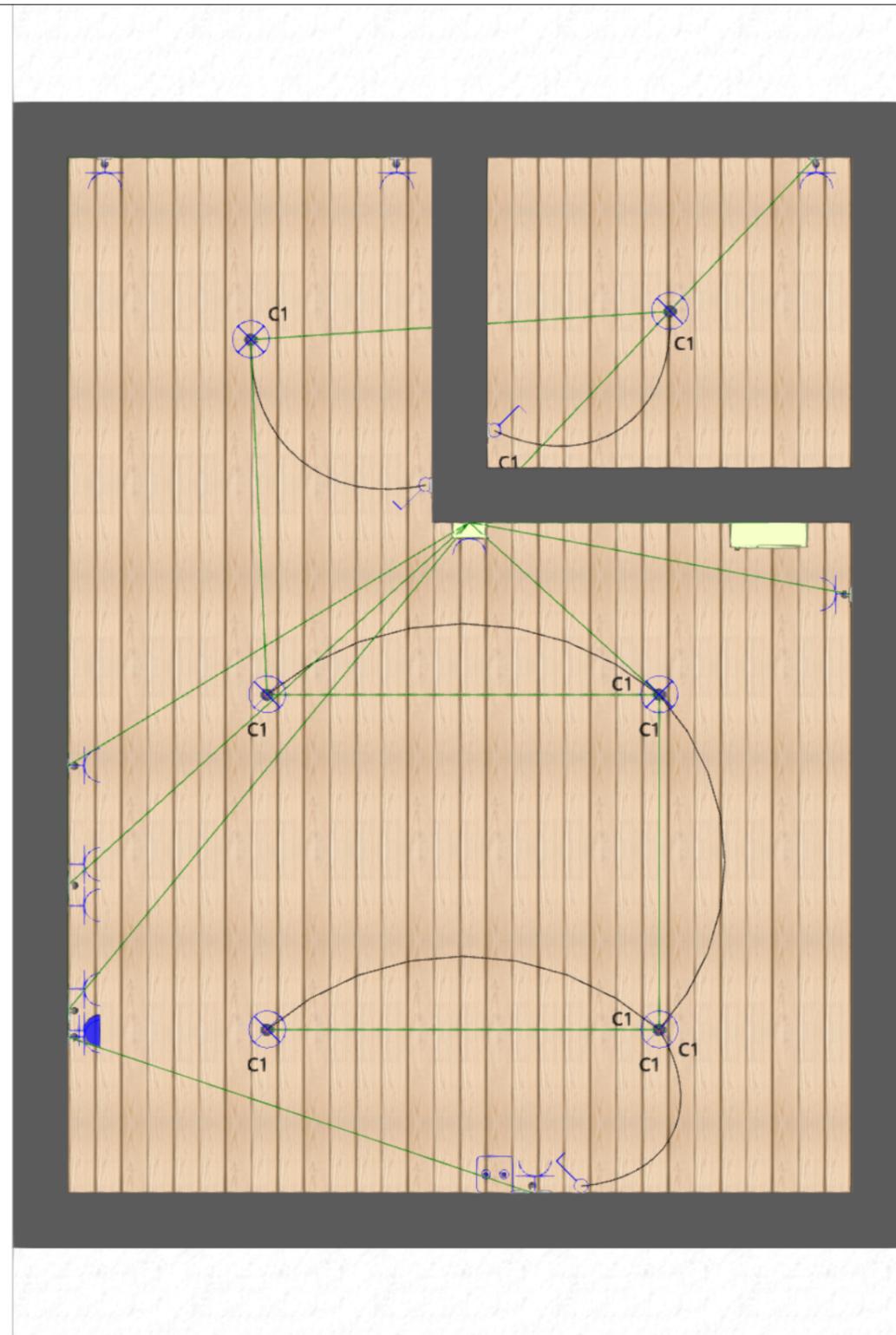


CURSO 2022-23

ELECTRIFICACIÓN

VIVIENDA A-PLANTA 0

ESCALA 1:35



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA



03/07

Autor/es

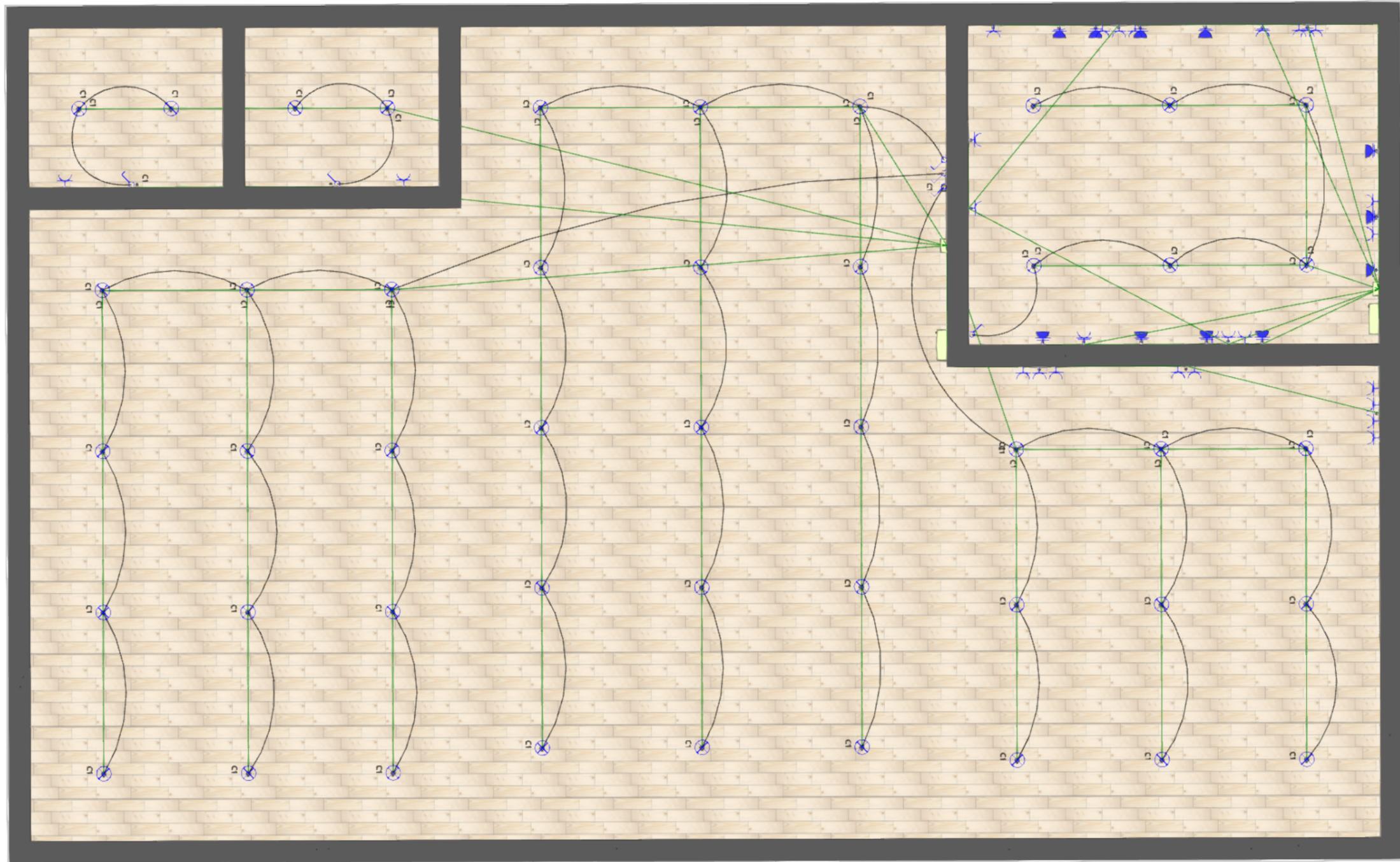
Kevin Javier López Melián

CURSO 2022-23

ELECTRIFICACIÓN

VIVIENDA B-PLANTA 0

ESCALA 1:35



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

04/07

Autor/es

Kevin Javier López Melián

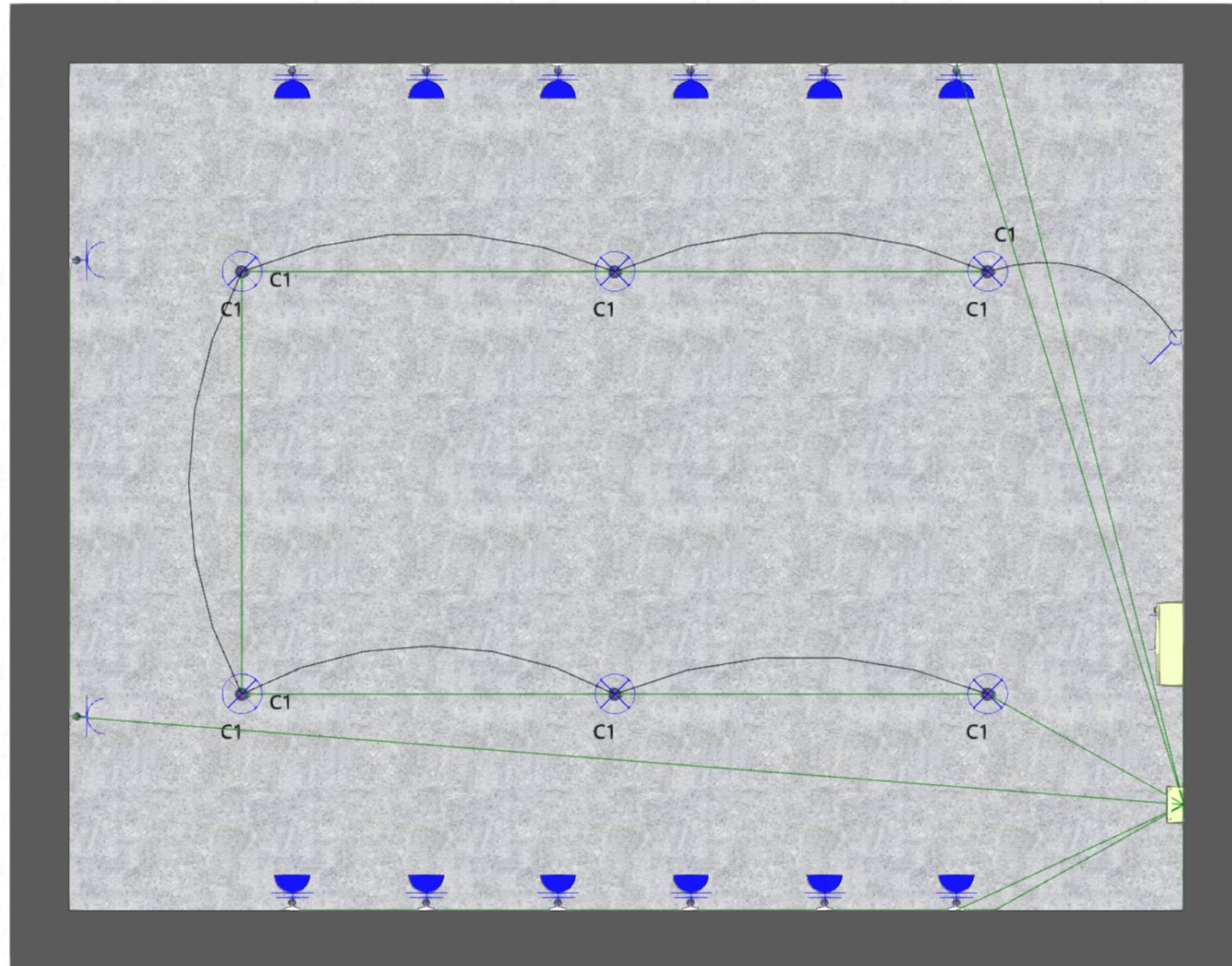


CURSO 2022-23

ELECTRIFICACIÓN

RESTAURANTE-PLANTA 0

ESCALA 1:60



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

05/07

Autor/es

Kevin Javier López Melián

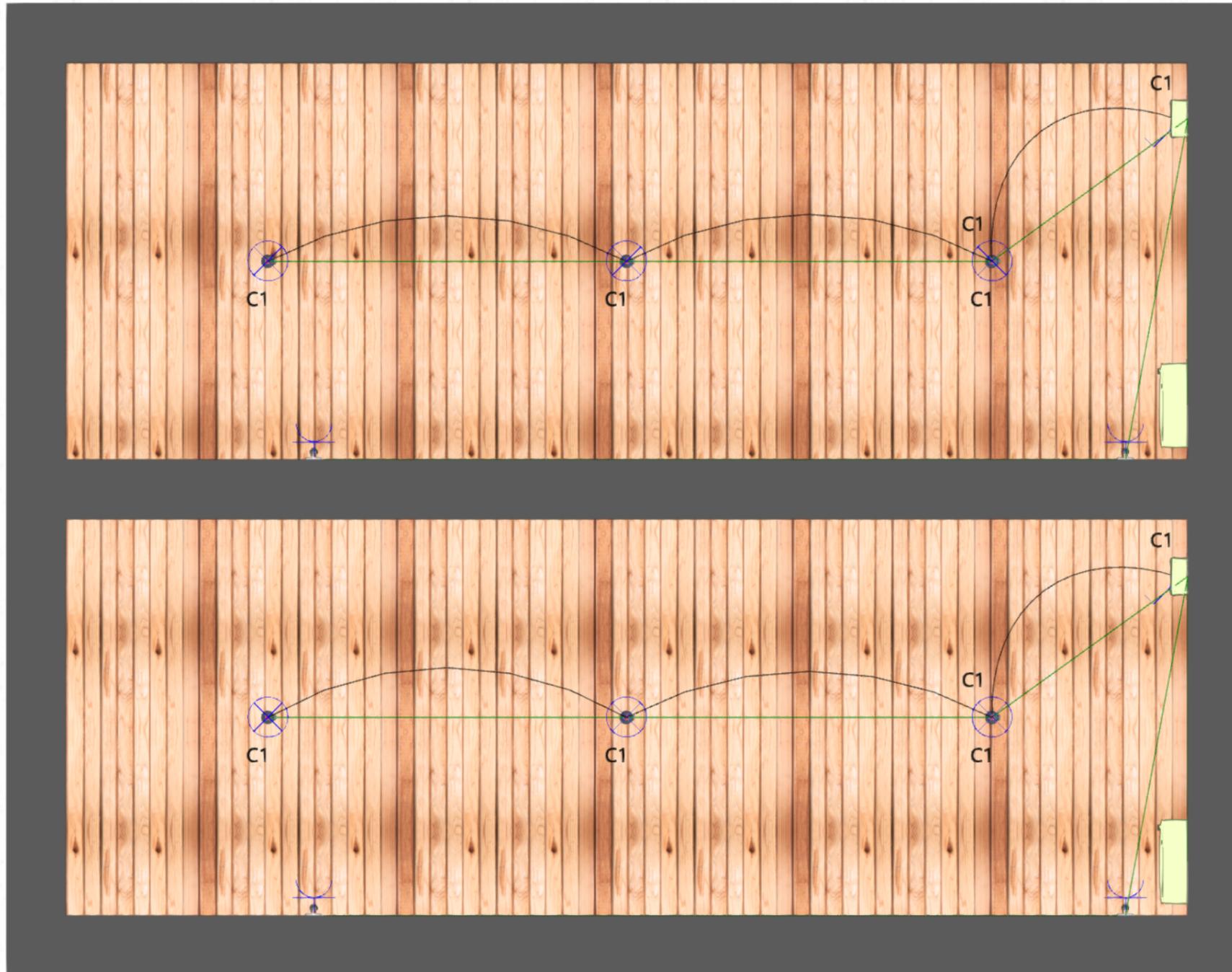


CURSO 2022-23

ELECTRIFICACIÓN

LAVANDERÍA-PLANTA 0

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

06/07

Autor/es

Kevin Javier López Melián

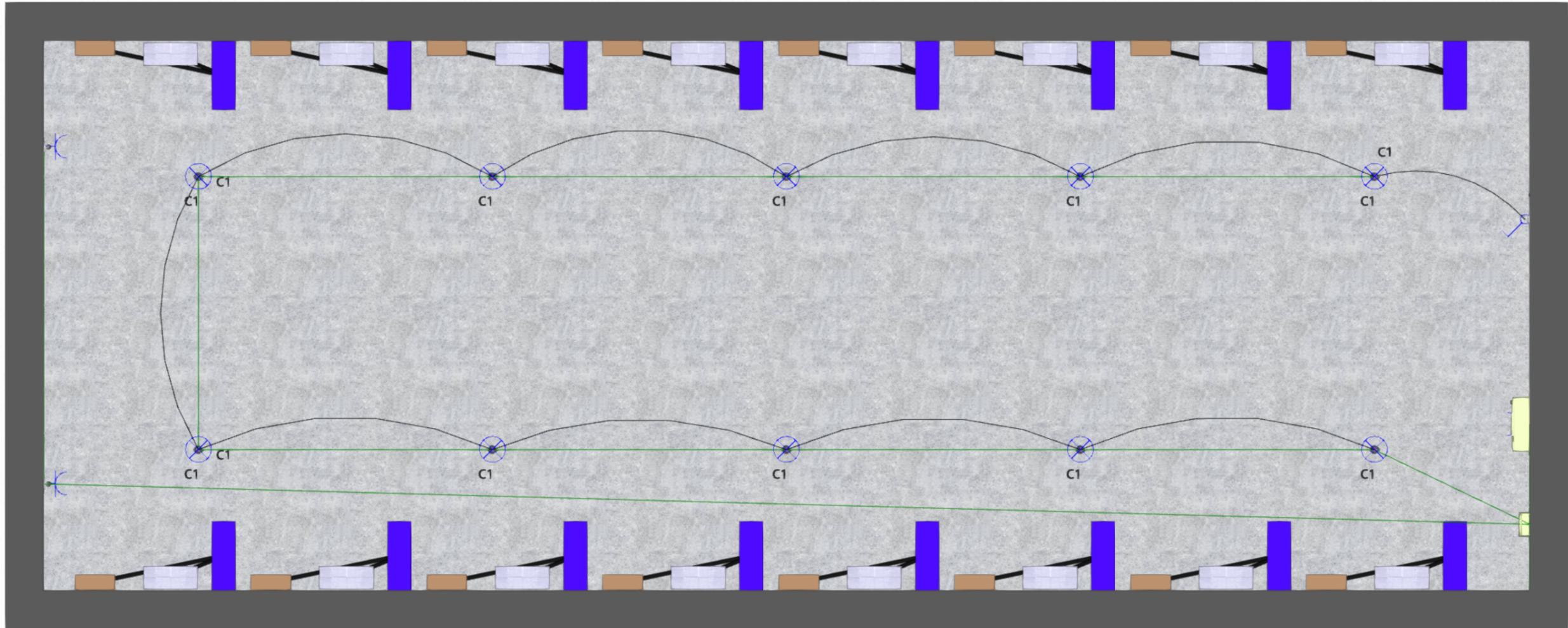


CURSO 2022-23

ELECTRIFICACIÓN

PSICOLOGÍA-PLANTA 0

ESCALA 1:25



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

07/07

Autor/es

Kevin Javier López Melián

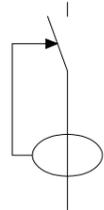
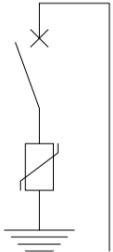
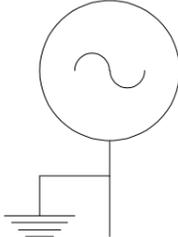
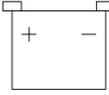
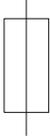
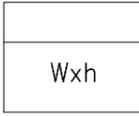


CURSO 2022-23

ELECTRIFICACIÓN

CENTRALITA-PLANTA 0

ESCALA 1:35

LEYENDA GENERAL					
	Interruptor Diferencial		Limitador de Sobretensiones		Generador Eléctrico
	Aparamenta Eléctrica		Toma de Tierra		Inversor Trifásico
	Interruptor en Carga		Interruptor Magnetotérmico		Acumulador
	Fusible de Cuchilla		Interruptor de Maniobra		Contador Eléctrico

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

01/10

Autor/es

Kevin Javier López Melián

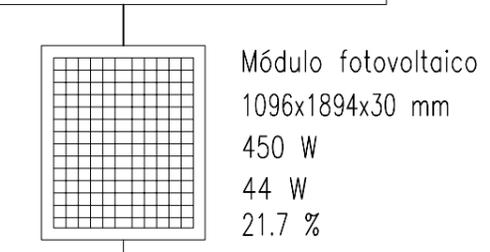


CURSO 2022-23

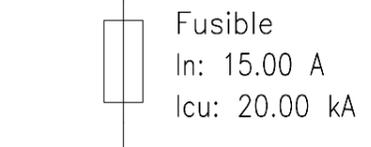
LEYENDA GENERAL DE ESQUEMAS UNIFILARES

SIN ESCALA

Agrupación (Módulos Fotovoltaicos)



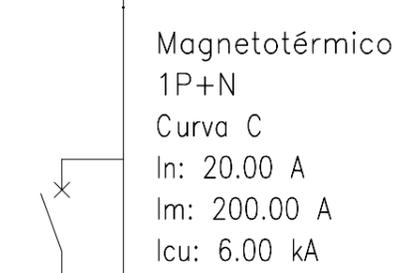
Módulo fotovoltaico
1096x1894x30 mm
450 W
44 W
21.7 %



Fusible
In: 15.00 A
Icu: 20.00 kA

Instalación exterior
Línea agrupación

H1Z2Z2-K (AS) 3(1x6), 25.00 m
450/750 V, Cu, Z2
Libre de halógenos
B1, Tubo 25 mm



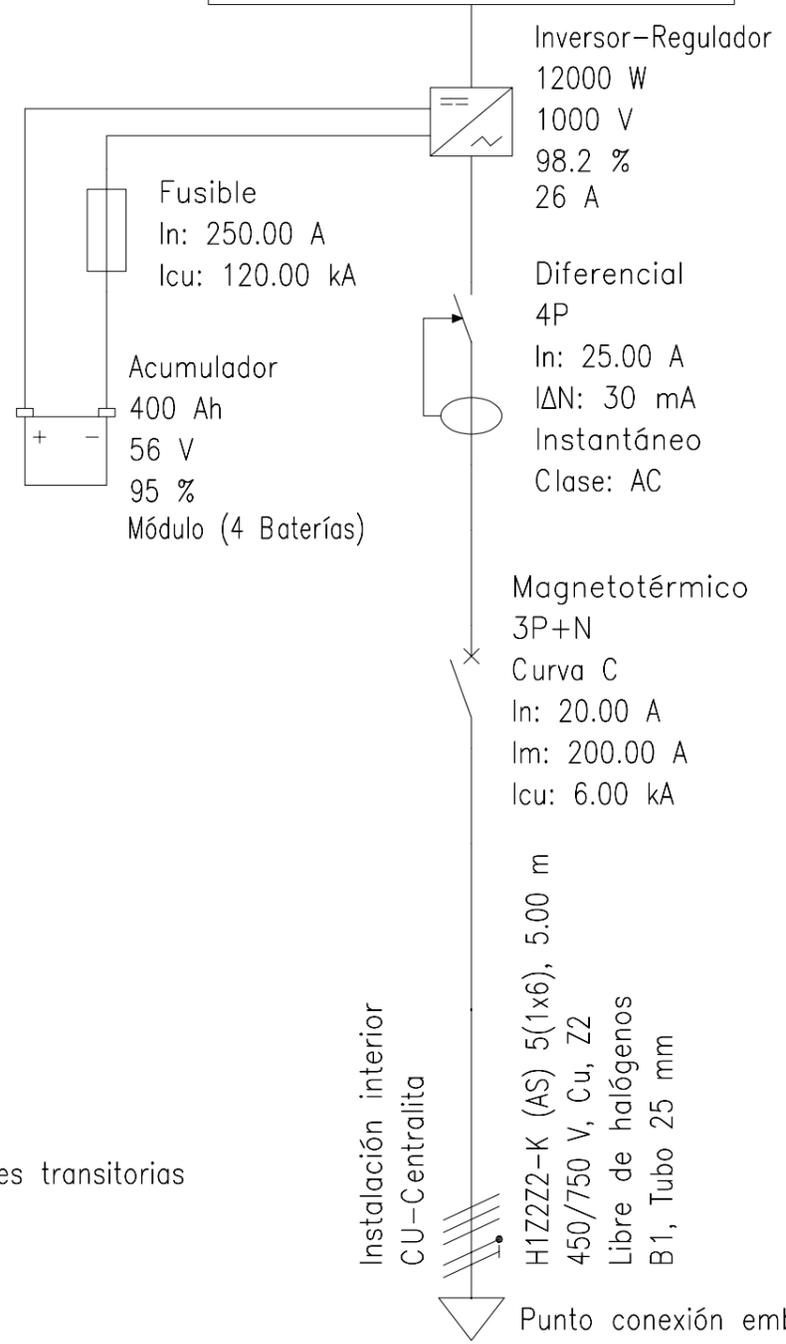
Magnetotérmico
1P+N
Curva C
In: 20.00 A
Im: 200.00 A
Icu: 6.00 kA



Limitador de sobretensiones transitorias
Tipo: 1+2
Iccmáx: 100.00 kA
Up: 2.50 kV

Detalle 0: Línea (Fotovoltaica)

Detalle 0: Línea (Fotovoltaica)



Inversor-Regulador
12000 W
1000 V
98.2 %
26 A

Fusible
In: 250.00 A
Icu: 120.00 kA

Acumulador
400 Ah
56 V
95 %
Módulo (4 Baterías)

Diferencial
4P
In: 25.00 A
IΔN: 30 mA
Instantáneo
Clase: AC

Magnetotérmico
3P+N
Curva C
In: 20.00 A
Im: 200.00 A
Icu: 6.00 kA

Instalación interior
CU-Centralita

H1Z2Z2-K (AS) 5(1x6), 5.00 m
450/750 V, Cu, Z2
Libre de halógenos
B1, Tubo 25 mm

Punto conexión embarrado

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

02/10

Autor/es

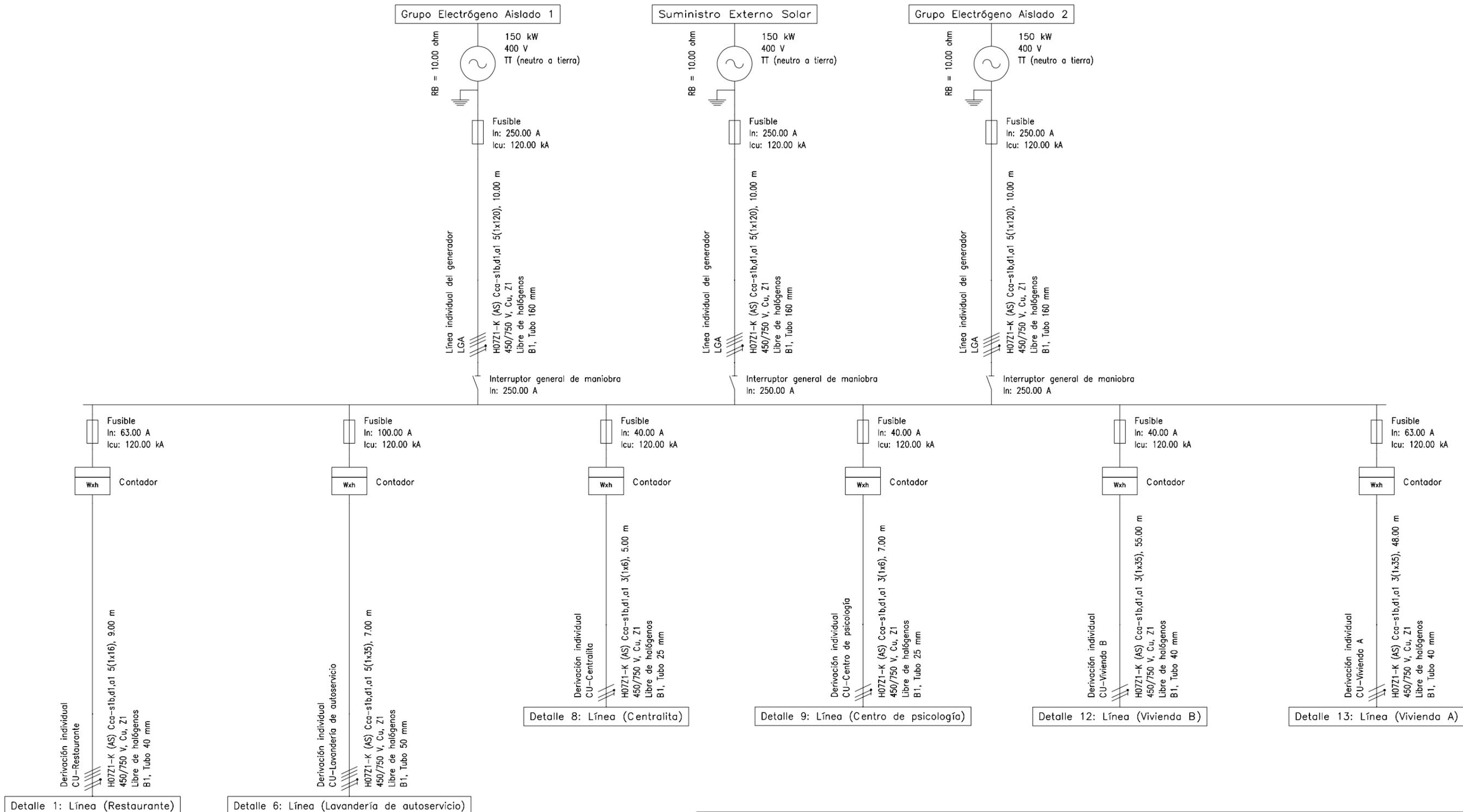
Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

ESQUEMA UNIFILAR DE INSTALACIÓN SOLAR

SIN ESCALA



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

03/10

Autor/es

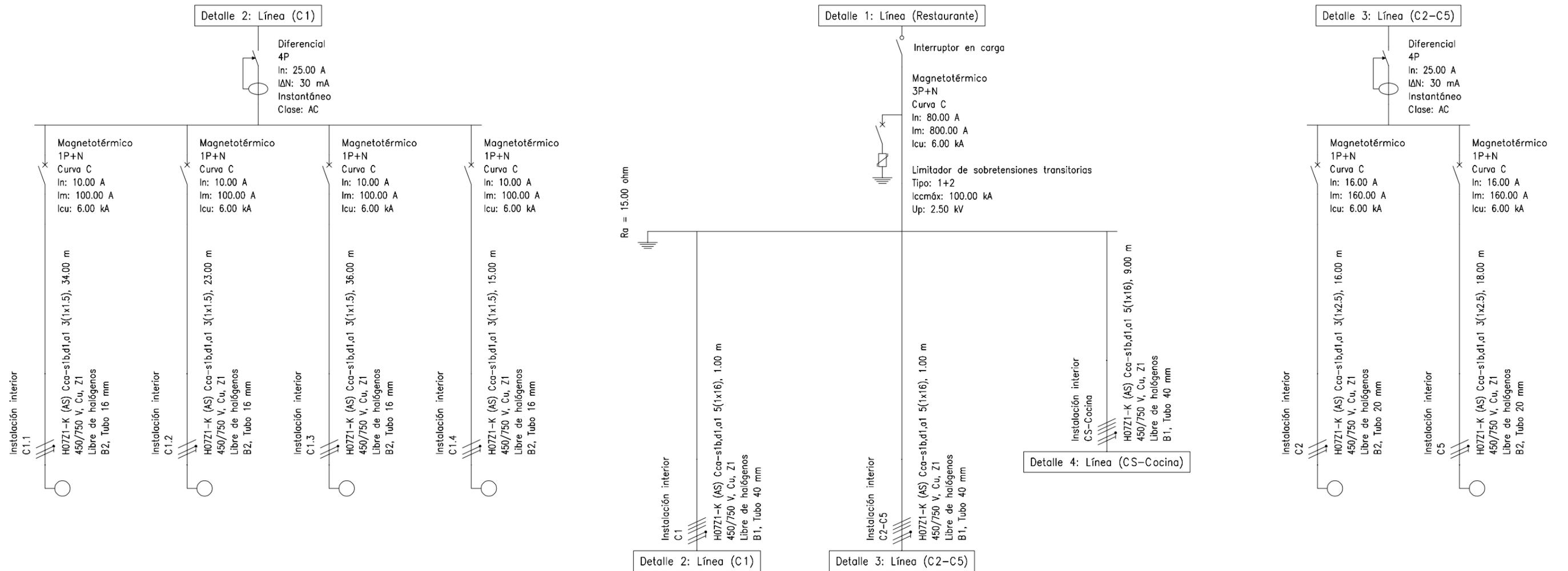
Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

ESQUEMA UNIFILAR DE INSTALACIÓN DE ENLACE

SIN ESCALA



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

04/10

Autor/es

Kevin Javier López Melián

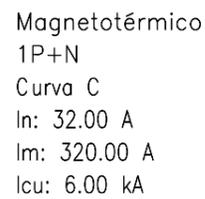
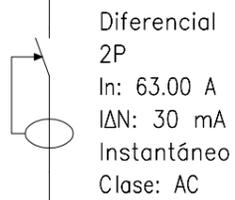
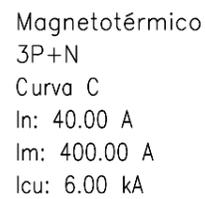
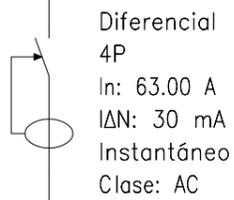
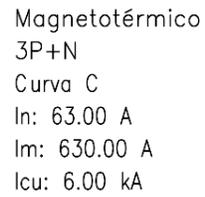
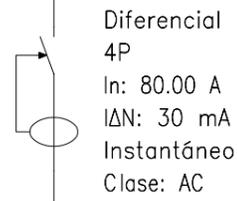


CURSO 2022-23

ESQUEMA UNIFILAR DE RESTAURANTE

SIN ESCALA

Detalle 4: Línea (CS-Cocina)



Instalación interior
C1-C2-C5

H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,σ1 5(1x16), 1.00 m
450/750 V, Cu, Z1
Libre de halógenos
B1, Tubo 40 mm

Instalación interior
C3

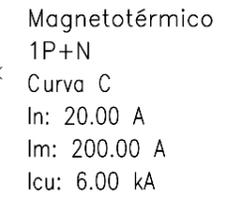
H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,σ1 5(1x10), 17.00 m
450/750 V, Cu, Z1
Libre de halógenos
B1, Tubo 32 mm

Instalación interior
C4

H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,σ1 3(1x6), 14.00 m
450/750 V, Cu, Z1
Libre de halógenos
B2, Tubo 25 mm

Detalle 5: Línea (C1-C2-C5)

Detalle 5: Línea (C1-C2-C5)



Instalación interior
C1

H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,σ1 3(1x1.5), 13.00 m
450/750 V, Cu, Z1
Libre de halógenos
B2, Tubo 16 mm

Instalación interior
C2

H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,σ1 3(1x2.5), 17.00 m
450/750 V, Cu, Z1
Libre de halógenos
B2, Tubo 20 mm

Instalación interior
C5

H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,σ1 3(1x2.5), 11.00 m
450/750 V, Cu, Z1
Libre de halógenos
B2, Tubo 20 mm

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

05/10

Autor/es

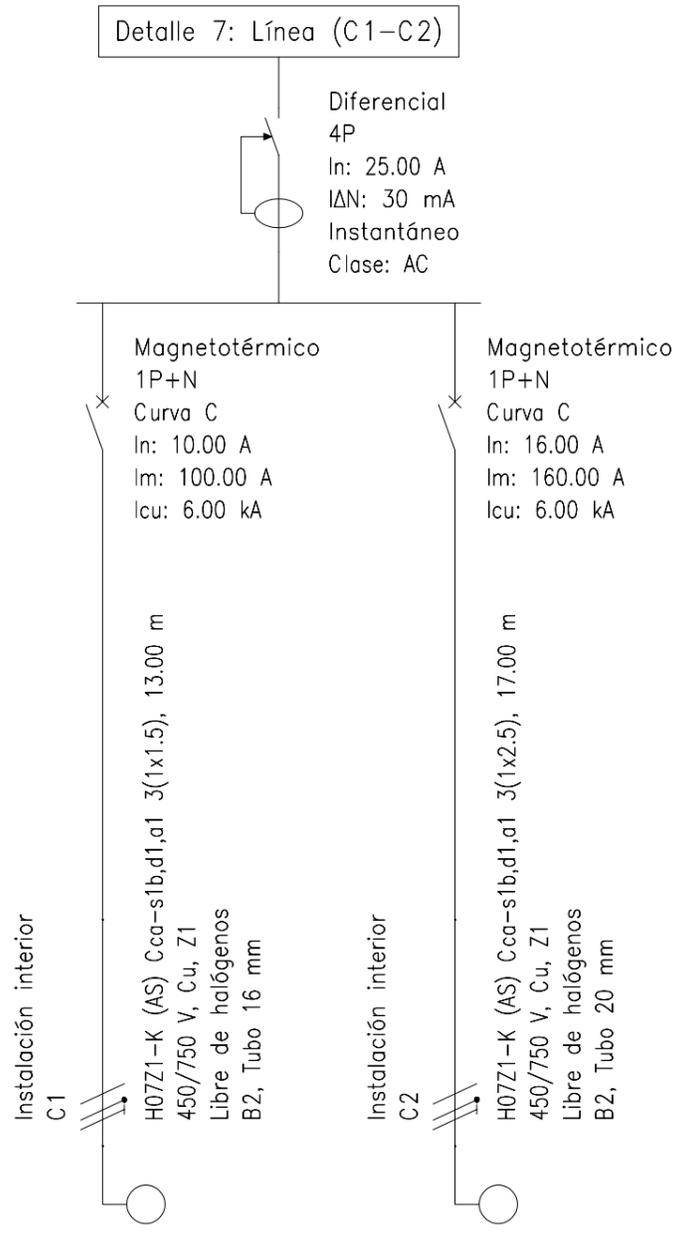
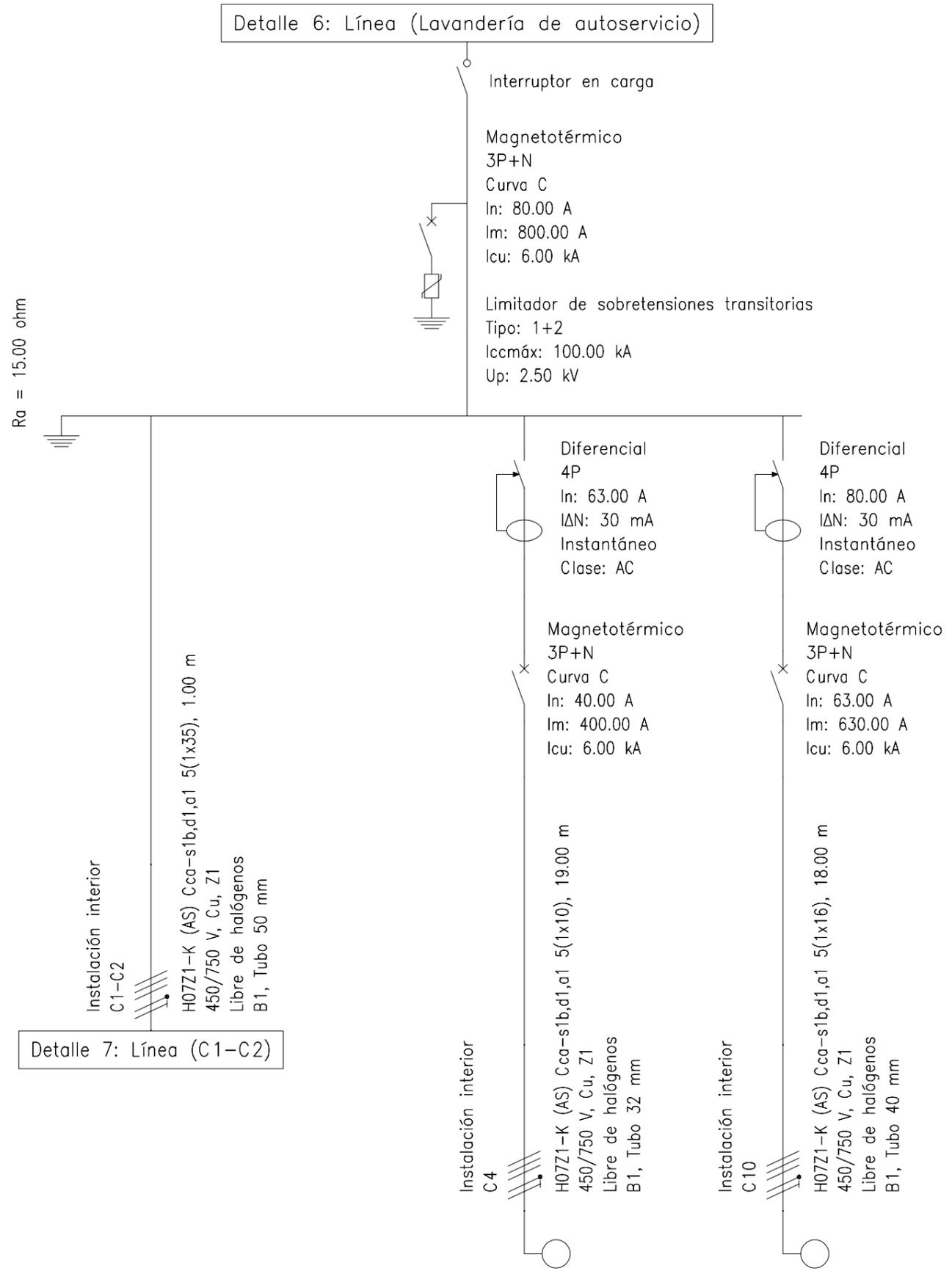
Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

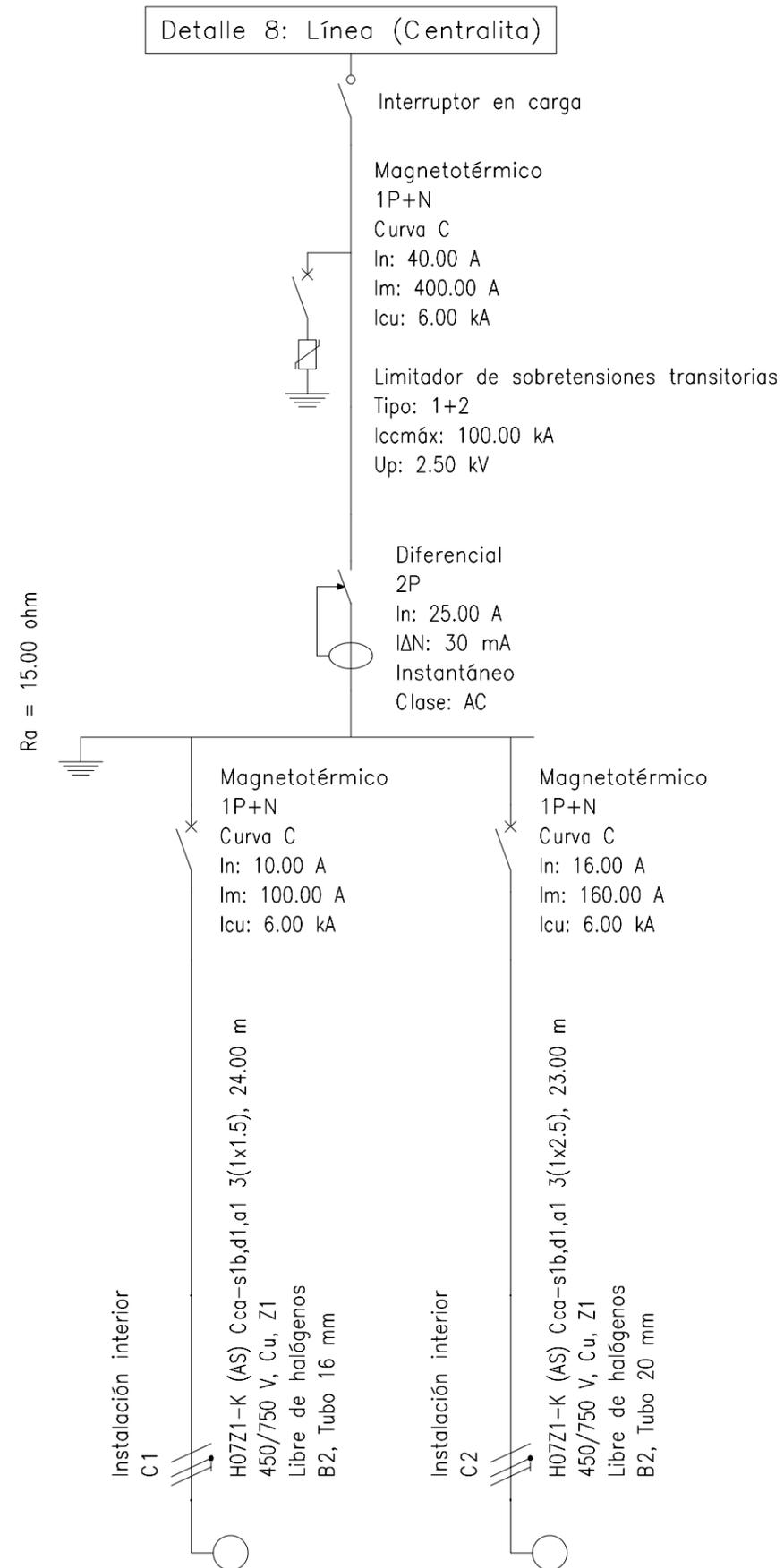
ESQUEMA UNIFILAR DE COCINA

SIN ESCALA



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA		
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA		
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
06/10	Autor/es	Kevin Javier López Melián
CURSO 2022-23	ESQUEMA UNIFILAR DE LAVANDERÍA	
		SIN ESCALA





PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

07/10

Autor/es

Kevin Javier López Melián

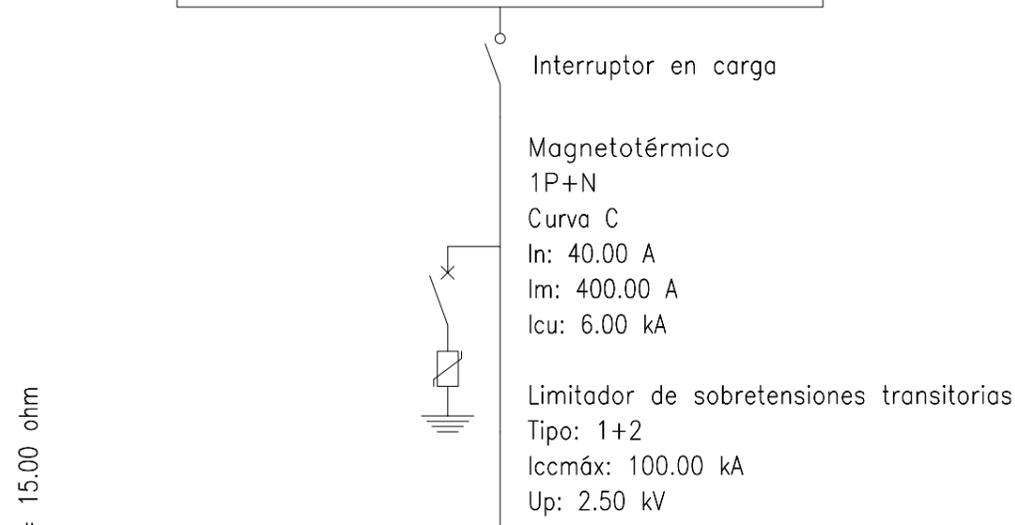


CURSO 2022-23

ESQUEMA UNIFILAR DE CENTRALITA

SIN ESCALA

Detalle 9: Línea (Centro de psicología)



Detalle 10: Línea (Consulta 1)

Instalación interior
Consulta 1
H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,σ1 3(1x6), 1.00 m
450/750 V, Cu, Z1
Libre de halógenos
B1, Tubo 25 mm

Detalle 11: Línea (Consulta 2)

Instalación interior
Consulta 2
H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,σ1 3(1x6), 1.00 m
450/750 V, Cu, Z1
Libre de halógenos
B1, Tubo 25 mm

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

08/10

Autor/es

Kevin Javier López Melián

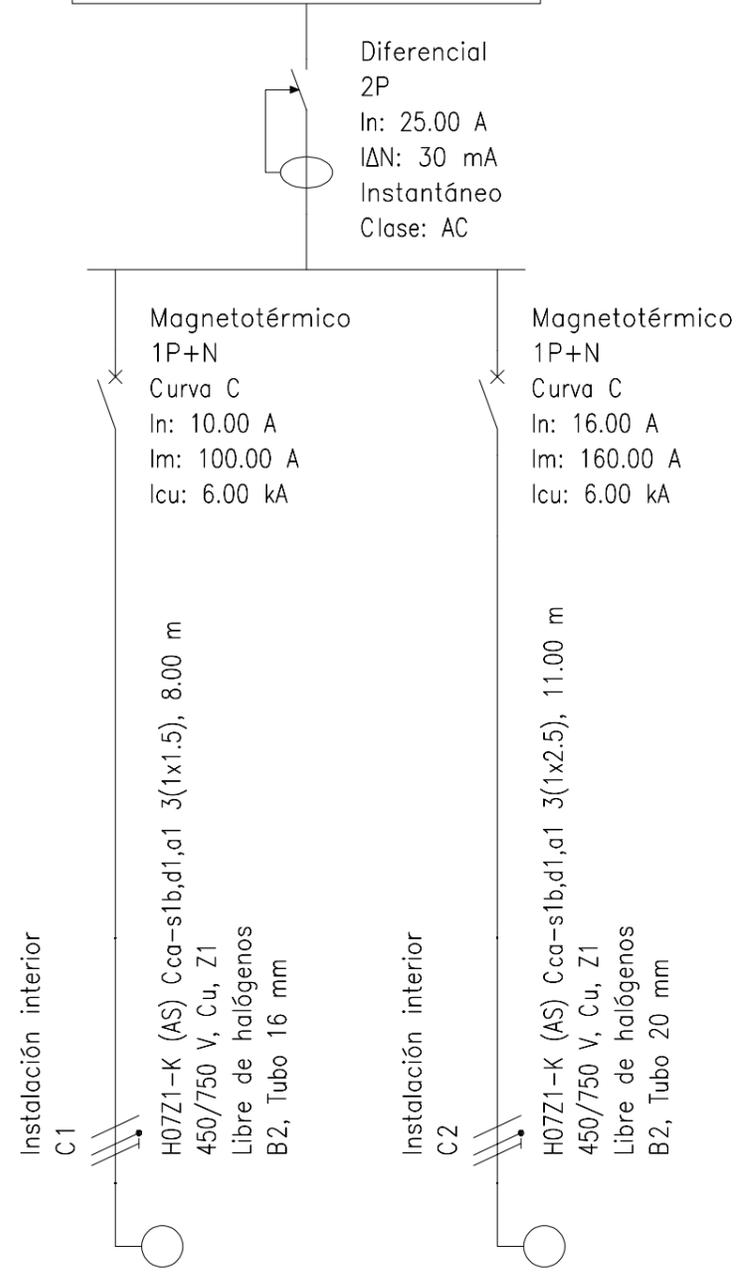


CURSO 2022-23

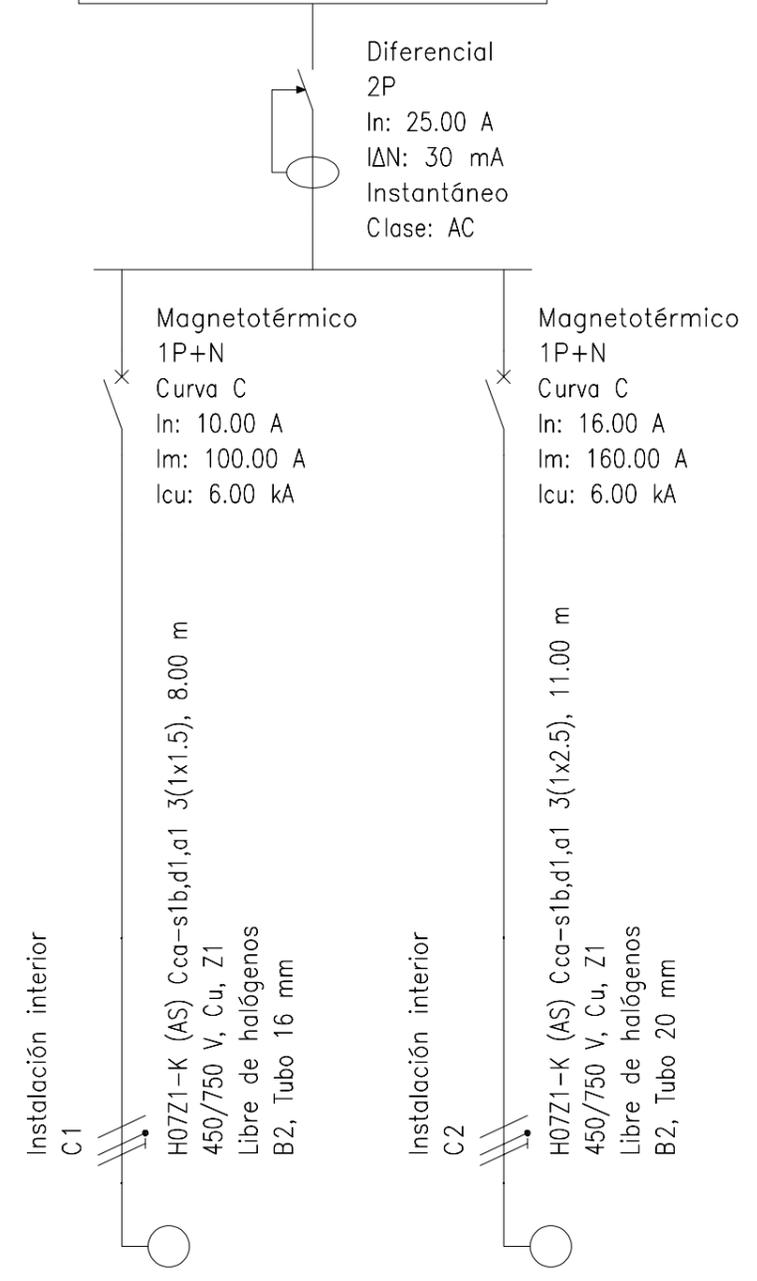
ESQUEMA UNIFILAR DE CENTRO DE PSICOLOGÍA

SIN ESCALA

Detalle 10: Línea (Consulta 1)



Detalle 11: Línea (Consulta 2)



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

09/10

Autor/es

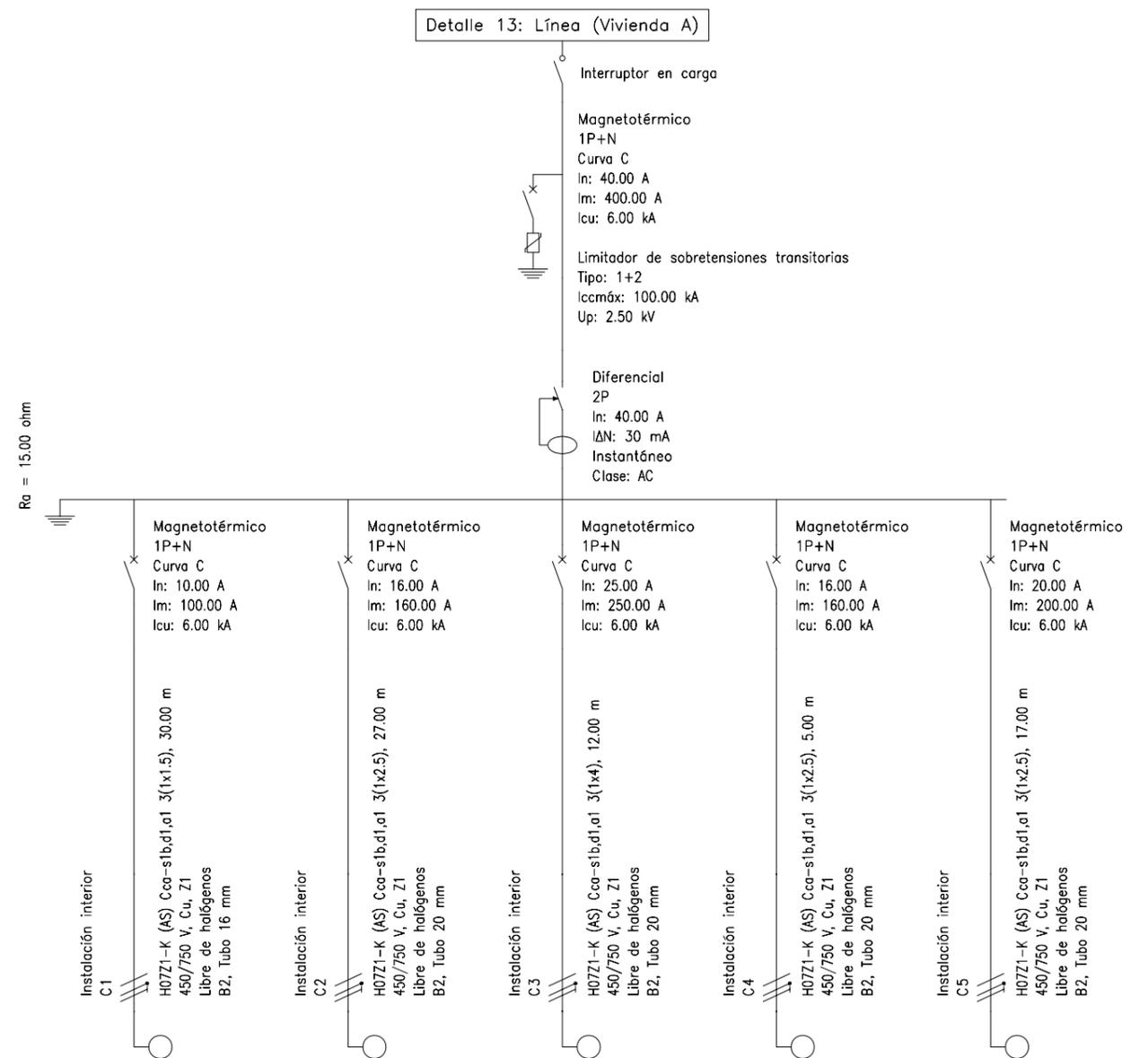
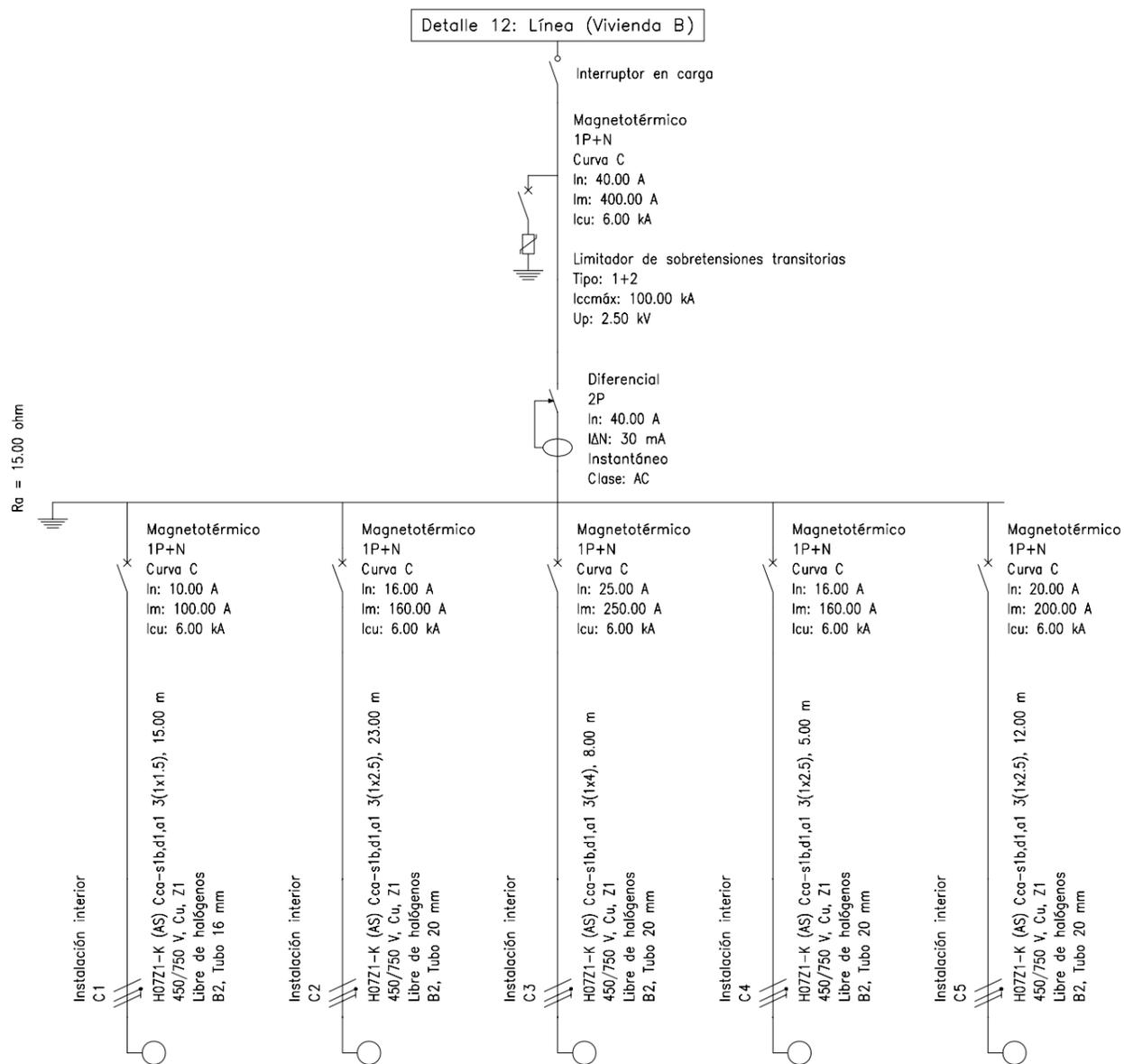
Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

ESQUEMA UNIFILAR DE CONSULTA DE PSICOLOGÍA

SIN ESCALA



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE CONTENEDORES MODULARES EN LA PALMA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

10/10

Autor/es

Kevin Javier López Melián



CURSO 2022-23

ESQUEMA UNIFILAR DE VIVIENDAS

SIN ESCALA



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna



PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González

Índice

1. Generalidades.	3
1.1. Ámbito del Pliego de Condiciones Generales.	3
1.2. Condiciones generales para materiales y unidades de obra.	3
1.3. Documentos de obra.	3
1.4. Seguridad pública.	3
2. Condiciones de índole legal.	4
2.1. Documentos del proyecto.	4
2.2. Documentación de planos.	4
2.2.1. Planos y especificaciones.	4
2.2.2. Objeto de planos y especificaciones.	4
2.2.3. Divergencias entre planos y especificaciones.	4
2.2.4. Errores en planos y especificaciones.	5
2.2.5. Adecuación de planos y especificaciones.	5
2.2.6. Propiedad de planos y especificaciones.	5
2.2.7. Instrucciones adicionales.	5
2.3. Documentación de contratación.	5
2.3.1. Contrato.	5
2.3.2. Subcontratos.	5
2.3.3. Contratos separados.	6
2.3.4. Adjudicación.	6
2.3.5. Formalización del contrato.	6
2.3.6. Responsabilidad del contratista.	6
2.4. Finalización de la relación contractual.	7
2.4.1. Derecho del promotor a rescisión del contrato.	7
2.4.2. Causas de rescisión del contrato.	7
2.4.3. Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad.	8
2.4.4. Derechos del contratista para cancelar el contrato.	8
2.4.5. Devolución de la fianza.	8
2.5. Situaciones accidentales y de suspensión.	8
2.5.1. Suspensión del trabajo por el promotor.	8
2.5.2. Reconocimiento de obra con vicios ocultos.	8
2.5.3. Accidentes de trabajo.	8
2.5.4. Trabajos durante una emergencia.	9
2.5.5. Daños a terceros.	9
2.6. Responsabilidad y legislación básica.	9
2.6.1. Seguridad en las obras.	9
2.6.2. Plazo de entrega de las obras.	9
2.6.3. Seguridad Social.	9
2.6.4. Responsabilidad civil.	10
2.6.5. Impuestos.	10
2.6.6. Disposiciones legales y permisos.	10



3. Condiciones de índole económica.	11
3.1. Base fundamental.	11
3.2. Garantía.	11
3.3. Fianza.	11
3.4. Devolución de las fianzas.	11
3.5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.	12
3.6. Precio unitario.	12
3.7. Descomposición de precios unitarios.	12
3.8. Revisión de los precios contratados.	12
3.9. Reclamación de aumento de precios.	13
3.10. Presupuesto de Ejecución Material.	13
3.11. Precios contradictorios.	13
3.12. Mejora de obras libremente ejecutadas.	13
3.13. Forma y plazos del abono de obras.	14
3.14. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada.	14
3.15. Certificaciones.	14
3.16. Demora de pagos del promotor.	14
3.17. Rescisión del contrato.	15
3.18. Seguro de obras.	15
3.19. Conservación de la obra.	15
4. Condiciones de índole facultativa.	15
4.1. Definiciones.	15
4.1.1. Promotor.	15
4.1.2. Proyectista.	15
4.1.3. Constructor o contratista.	16
4.1.4. Dirección Facultativa.	16
4.1.5. Director de obra.	16
4.1.6. Director de la ejecución de la obra.	16
4.1.7. Entidades y laboratorios de control de calidad de la edificación.	16
4.1.8. Suministradores de productos.	17
4.2. Oficina de obra.	17
4.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos.	17
4.4. Libro de Órdenes.	18
4.5. Orden de los trabajos.	18
4.6. Prórroga por causa de fuerza mayor.	18
4.7. Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales.	18
4.8. Ampliación del proyecto por causa imprevista o de fuerza mayor.	19
4.9. Replanteo.	19
4.10. Responsabilidad por vicios ocultos.	19
4.11. Trabajos defectuosos.	20
4.12. Materiales, aparatos y equipos defectuosos.	20
4.13. Procedencia de materiales, aparatos y equipos.	20
4.14. Comprobaciones de las obras.	21
4.15. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.	21
4.16. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.	21
4.17. Plazo de garantía.	21
4.18. Recepción definitiva.	21



1. Generalidades.

1.1. Ámbito del Pliego de Condiciones Generales.

El presente Pliego de Condiciones Generales se extiende a todas las obras que integran el proyecto en el que se incluye, en este caso, las referidas a las instalaciones eléctricas para baja tensión, así como aquellas obras que estime convenientes de su realización la Dirección Facultativa del mismo.

El contratista se atenderá en todo momento a lo expuesto en el mismo en cuanto a la calidad de los materiales empleados, ejecución, precios, medición y abono de las distintas partes de obra.

Los agentes implicados en la dirección del proyecto estimarán oportuna la inclusión de aquellas obras que puedan complementar las instalaciones, además de comprobar uno u otros elementos que formen parte de las obras.

1.2. Condiciones generales para materiales y unidades de obra.

Además de cumplir todas y cada una de las condiciones que se exponen en el presente Pliego de Condiciones Generales, tanto materiales como mano de obra deberán regirse a las detalladas en el Pliego General de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectos, elaborado por el Consejo Superior del Colegio de Arquitectos.

1.3. Documentos de obra.

En la oficina de obras, existirá en todo momento un ejemplar completo del proyecto, así como de todas las normas, leyes, decretos, resoluciones, órdenes y ordenanzas a los que se hacen referencia en los distintos documentos que integren el presente proyecto.

1.4. Seguridad pública.

El contratista deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y el uso de equipos, con objeto de proteger a personas y animales de peligros vinculados a las obras, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.



2. Condiciones de índole legal.

2.1. Documentos del proyecto.

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Índice General.
- Memoria.
- Anexos.
- Planos.
- Pliego de Condiciones Generales.
- Pliego de Condiciones Técnicas.
- Mediciones y Presupuesto.
- Estudio Básico de Seguridad y Salud.

2.2. Documentación de planos.

2.2.1. Planos y especificaciones.

Los planos son los citados en el documento de Planos del presente proyecto, y los que se suministrarán durante el transcurso de la obra por la Dirección Técnica y Facultativa, que tendrán la misma consideración.

Las especificaciones son las que figuran en la Memoria y en el Pliego de Condiciones Técnicas, así como en las condiciones generales del contrato, junto con las modificaciones del mismo y los apéndices adosados a ellas, como conjunto de documentos legales.

2.2.2. Objeto de planos y especificaciones.

Es el objeto de los Planos y especificaciones mostrar al contratista el tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar y que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de obra, material fungible, equipos y medios de montaje necesarios para la apropiada ejecución del trabajo, mientras específicamente no se indique lo contrario.

2.2.3. Divergencias entre planos y especificaciones.

Si existieran divergencias entre Planos y especificaciones, regirán los requerimientos de éstas últimas y, en todo caso, la aclaración del respectivo director de obra.



2.2.4. Errores en planos y especificaciones.

Cualquier error u omisión de importancia clave en los Planos y especificaciones será comunicado inmediatamente al director de obra, que corregirá con la mayor brevedad y por escrito, si fuera necesario, dichos errores u omisiones. Cualquier trabajo hecho por el contratista, tras el descubrimiento de tales discrepancias, errores u omisiones se hará por cuenta propia y riesgo de él mismo.

2.2.5. Adecuación de planos y especificaciones.

La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los Planos y especificaciones se establecerá a cargo del promotor. Entre los Planos y especificaciones se establecerán todos los requisitos necesarios para la realización de los trabajos objeto del contrato.

2.2.6. Propiedad de planos y especificaciones.

Todos los Planos, especificaciones y otros datos preparados por el director de obra y entregados al contratista pertenecerán a la propiedad y al director de obra, y no podrán utilizarse en otras obras.

2.2.7. Instrucciones adicionales.

Durante el proceso de efectución de las diversas obras, el director de obra podrá dar instrucciones por medio de dibujos o notas que aclaren con detalle cualquier dato de carácter confuso de los Planos y especificaciones. Podrá dar, instrucciones adicionales necesarias para explicar o ilustrar los cambios en el trabajo que tuvieran que realizarse.

2.3. Documentación de contratación.

2.3.1. Contrato.

En el contrato suscrito entre la propiedad y el contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras.

El contrato por tanto alzado corresponde al sistema que comprenderá la ejecución de toda la obra, con sujeción estricta a todos los documentos del proyecto.

2.3.2. Subcontratos.

Cuando sea solicitado por el director de obra, el contratista someterá por escrito la aprobación de los subcontratistas propuestos para los trabajos.

El contratista será responsable ante la propiedad de los actos y omisiones de posibles subcontratistas y de los actos de sus empleados, en la misma medida que de los suyos.

Los documentos del contrato no están redactados para crear cualquier reclamación contractual entre subcontratista y promotor.



2.3.3. Contratos separados.

El promotor puede realizar otros contratos en relación con el trabajo del contratista y éste cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y realización de su trabajo.

Será responsabilidad del contratista inspeccionar los trabajos de otros contratistas que puedan afectar al suyo y comunicar al director de obra cualquier irregularidad que no le permitiera finalizar su trabajo de forma satisfactoria.

La omisión de notificar al director de obra estas anomalías indicará que el trabajo de otros contratistas se ha realizado satisfactoriamente.

2.3.4. Adjudicación.

La adjudicación de las obras se efectuará mediante:

- Adjudicación directa o de libre adjudicación.
- Concurso público o privado.
- Subasta pública o privada.

En el primer caso, la adjudicación será por libre elección. En el segundo caso, las obras se librarán mediante un concurso de los representantes implicados. En el tercer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado en los documentos del proyecto.

2.3.5. Formalización del contrato.

El contrato se formalizará mediante un documento privado, que podrá elevarse como escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El contratista, antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego de Condiciones Generales que ha de regir la obra, en planos, cuadros de precios y presupuesto general. Será de su cuenta todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que consigue la contrata.

2.3.6. Responsabilidad del contratista.

El contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones que han sido establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el director de obra haya examinado y reconocido la realización de las obras durante la ejecución de las mismas, ni el que hayan sido abonadas liquidaciones parciales.

El contratista se compromete a facilitar y hacer que sus empleados utilicen todos los medios de protección personal o colectiva, que la naturaleza de los trabajos exija.



De igual manera, aceptará la inspección del director de obra en cuanto a seguridad se refiere y se obligue a corregir con carácter inmediato, los defectos que se encuentren al efecto, pudiendo el director de obra, en caso necesario, paralizar los trabajos hasta la subsanación de los defectos, corriendo por cuenta del contratista las pérdidas originadas.

2.4. Finalización de la relación contractual.

2.4.1. Derecho del promotor a rescisión del contrato.

El promotor podrá rescindir del contrato de ejecución en los casos escogidos a las condiciones de índole económica, y en cualquiera de los descritos a continuación:

- Se declare en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas importantes de los documentos del contrato o de las instrucciones del director de obra.
- Deje de proveer algún representante cualificado, trabajadores, subcontratistas, de materiales apropiados o deje de efectuar el pago de sus obligaciones con ello.

2.4.2. Causas de rescisión del contrato.

- Por muerte o incapacitación del contratista.
- Por quiebra del contratista.
- Alteraciones del contrato por las siguientes causas:
 - A) La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones, a juicio del director de obra y siempre que la variación del presupuesto de ejecución represente en más o menos el (25%), como mínimo, del importe.
 - B) La modificación de unidades de obra, siempre que representen variaciones, en más o menos, del (40%) de alguna de las unidades que figuren en mediciones del proyecto, o más del (50%) de unidades del proyecto modificadas.
- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de 3 meses a partir de la adjudicación, en cuyo caso, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión no haya excedido de un año.
- El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado y pactado en las condiciones particulares del presente proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido a mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.
- Por abandono de la obra sin causa justificada o mala fe en la ejecución de trabajos.



2.4.3. Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad.

Pasados 10 días de haber enviado la notificación escrita al contratista de su intención de rescindir el contrato, la propiedad tomará posesión del trabajo, de todos los materiales, herramientas y equipos aunque sea propiedad de la contrata y podrá finalizar el trabajo por cualquier medio y método que elija.

2.4.4. Derechos del contratista para cancelar el contrato.

El contratista podrá suspender el trabajo o cancelar el contrato después de 10 días de la notificación a la propiedad y al director de obra, en caso de que por orden de cualquier tribunal u otra autoridad se produzca una parada o suspensión del trabajo por un período de 90 días seguidos y por causas no imputables al contratista o a sus empleados.

2.4.5. Devolución de la fianza.

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación parcial, no será devuelto hasta pasado los 12 meses del plazo de garantía fijados.

De acuerdo con lo establecido al contrato de obra sobre la obligación del depósito de fianza, se podrá solicitar la devolución de la misma, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

2.5. Situaciones accidentales y de suspensión.

2.5.1. Suspensión del trabajo por el promotor.

Podrá ser suspendido por el promotor en cualquier momento previa notificación por escrito con 5 días de antelación a la fecha prevista de reanudación del trabajo.

El contratista reanudará el trabajo según la notificación por escrito del promotor, a través del director de obra, y dentro de los 10 días siguientes a la fecha de la notificación escrita de reanudación de los trabajos. Si el promotor notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el contratista podrá abandonar la porción del trabajo, siendo así suspendida y tendrá derecho a la indemnización.

2.5.2. Reconocimiento de obra con vicios ocultos.

Si el director de obra tiene fundadas razones para sospechar la existencia de vicios ocultos en las obras ejecutadas, ordenará en cualquier momento, antes de la recepción definitiva, las demoliciones necesarias para reconocer las que supongan defectuosas. Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen serán por cuenta del contratista, siempre que los vicios ocultos existan realmente.

2.5.3. Accidentes de trabajo.

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los operarios, con motivo y en ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto en estos efectos en la legislación vigente, siendo único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad.



Igualmente, el contratista se compromete a facilitar cuantos datos estimen necesarios a petición del director de obra sobre los accidentes ocurridos, así como las medidas que ha tomado para la instrucción del personal y demás medios preventivos.

De los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplir el contratista lo legislado sobre la materia, será éste el único responsable o sus representantes en la obra, ya que se consideran los precios para cumplimentar dichas disposiciones legales.

2.5.4. Trabajos durante una emergencia.

En caso de una emergencia el contratista realizará cualquier trabajo o instalará los materiales y equipos necesarios, tan pronto como sea posible, comunicará al director de obra cualquier tipo de emergencia, y no esperará instrucciones para proceder a proteger adecuadamente vidas y propiedades.

2.5.5. Daños a terceros.

El contratista será responsable de todos los accidentes por inexperiencia o descuidos que sobrevinieran, tanto en las edificaciones como en las parcelas contiguas en donde se ejecuten las obras. Será, por tanto, por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de dichas obras.

2.6. Responsabilidad y legislación básica.

2.6.1. Seguridad en las obras.

Serán de cargo y por cuenta del contratista, el vallado y la policía o guardián de las obras, el cuidado de la conservación de sus líneas de lindero, así como la vigilancia que durante las obras no se realicen actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Además, el contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las ordenanzas municipales a estos respectos vigentes en donde se realice la obra.

2.6.2. Plazo de entrega de las obras.

El plazo de ejecución de las obras será el estipulado en el contrato firmado a tal efecto entre el promotor y el contratista. En caso contrario será el especificado en el documento de la Memoria del presente proyecto.

2.6.3. Seguridad Social.

Junto lo establecido a las condiciones de índole económica, el contratista está obligado a cumplir con todo lo legislado sobre la Seguridad Social, teniendo siempre a disposición del promotor o del director de obra todos los documentos de tal cumplimiento, haciendo extensiva esta obligación a cualquier subcontratista que de él dependiese.



2.6.4. Responsabilidad civil.

El contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en la que pueda incurrir cada uno de los empleados y subcontratistas dependientes del mismo, aspecto que deberá acreditar ante el promotor, dejando siempre exento a la misma y al director de obra de cualquier reclamación que se pudiera originar.

El contratista se verá obligado en adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúen para evitar en lo posible accidentes a los operarios o viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra.

Asimismo, el contratista será responsable de todos los daños que por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las obras como en las zonas contiguas. Será, por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiere lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de dichas obras.

2.6.5. Impuestos.

Será por cuenta del contratista el abonado de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del contrato privado, firmado entre el promotor y el contratista. El promotor abonará las licencias y autorizaciones administrativas para el comienzo de las obras.

2.6.6. Disposiciones legales y permisos.

El contratista tomará en cuenta todas las ordenanzas, leyes, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social. Se procurará todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las obras, siendo abonadas por la propiedad.

El contratista una vez finalizadas las obras y realizada la recepción provisional, se procederá a tramitar las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha, siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.



3. Condiciones de índole económica.

3.1. Base fundamental.

Como base fundamental económica, se establece que el contratista debe percibir de todos los trabajos efectuados su real importe, a sabiendas de estar sujeto a cambios y por tanto, estando de acuerdo al proyecto propuesto, sus condiciones generales y particulares regidas por la obra en cuestión.

3.2. Garantía.

La Dirección Facultativa podrá exigir al contratista la presentación de las referencias bancarias u otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del contrato, dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el contratista antes de la firma del contrato.

Asimismo deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que él mismo vaya a realizar, pues serán entregadas antes de la firma del contrato, con el objeto de comprobar si se reúnen todas las condiciones de solvencia.

3.3. Fianza.

El contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

- Depósito de valores públicos del Estado por un (10%) del importe presupuestado de la obra contratada.
- Depósito en metálico de la misma cuantía indicada en el importe anterior.
- Depósito previo en metálico, equivalente al (5%) del presupuesto de obra o trabajos contratados, incrementando la cuantía hasta un (10%) del presupuesto mediante deducciones del (5%) efectuadas dentro del importe de cada certificación abonada al contratista.
- Descuentos del (10%) efectuados sobre el importe de cada certificación abonada al contratista.

3.4. Devolución de las fianzas.

La fianza recibida será devuelta al contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

Si el promotor, con la conformidad del director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, el contratista tendrá derecho a la devolución proporcional de la fianza.



3.5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en nombre y representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o bien, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

3.6. Precio unitario.

Precio de una unidad de obra, obtenida como suma de los siguientes costes:

- **Costes directos:** Es la suma de los productos (precio básico x cantidad) de mano de obra, maquinaria y materiales que intervengan en la ejecución de la unidad de obra.
- **Costes indirectos:** Aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.
- **Medios auxiliares:** Costes directos complementarios, expresados como porcentaje de otros componentes, pues representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.

En cuanto al precio, se establece que la composición y el cálculo de las unidades de obra, sea basada en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

3.7. Descomposición de precios unitarios.

Para que el contratista disponga derecho a pedir la revisión de precios, será condición indispensable que antes de comenzar todas y cada una de las unidades de obra que han sido contratadas, reciba por escrito la conformidad del director de obra, para los precios descompuestos de cada una de ellas, que el contratista deberá presentarle, así como la lista de precios de jornales y transportes.

El director de obra valorará y se cerciorará de la exactitud de la justificación de los nuevos precios, tomando como base de cálculo, tablas o informes sobre rendimiento de personal, maquinaria, entre otros.

3.8. Revisión de los precios contratados.

El presupuesto presentado por el contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios. Se procederá a revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el promotor y el contratista.



3.9. Reclamación de aumento de precios.

Si el contratista, antes de firmar el contrato de obra, no efectuara la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar un aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

3.10. Presupuesto de Ejecución Material.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido. Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

3.11. Precios contradictorios.

Únicamente se producirán precios contradictorios cuando el promotor, por medio del director de obra, decida introducir cambios de calidad en alguna de las unidades que han sido previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados. A falta de acuerdo, el precio se resolverá entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y dentro del plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de 15 días hábiles desde que se le comunique al director de obra.

Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Las contradicciones que hubiese, se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

3.12. Mejora de obras libremente ejecutadas.

Si el contratista, con la autorización del director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto, o sustituyese una por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, introdujese y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.



3.13. Forma y plazos del abono de obras.

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre los agentes que intervienen, siendo el promotor y contratista que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las verificadas.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición de obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para el total o partes de la obra que, por sus dimensiones y características, se deban quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista se verá obligado a comunicarlo al director de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de poder realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda éste obligado en aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

3.14. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará mediante una previa justificación por parte del contratista. Para ello, el director de obra indicará al contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

3.15. Certificaciones.

El contratista tomará las disposiciones necesarias para que periódicamente, según el intervalo de tiempo acordado, lleguen a conocimiento del director de obra las unidades de obra realizadas, quien delegará en el ingeniero técnico de las obras la facultad de revisar las mediciones sobre el propio terreno, al cuál le facilita aquél, cuantos medios sean indispensables para llevar a buen término su cometido.

3.16. Demora de pagos del promotor.

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos. Si el promotor no efectúa el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al plazo correspondiente, el contratista tendrá el derecho de percibir el abono de un (4.5%) de interés anual.



3.17. Rescisión del contrato.

Además de lo estipulado dentro del contrato de adjudicación del presente Pliego de Condiciones Generales, podrá rescindir dicho contrato en los siguientes casos:

- Cuando existan motivos suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala fe de la contrata, sea necesaria tal medida al objeto de lograr con garantías la terminación de las obras.
- Cuando el contratista haga caso omiso a las obligaciones contraídas en lo referente a plazos de finalización de obras.

3.18. Seguro de obras.

El contratista está obligado en asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

3.19. Conservación de la obra.

El contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

4. Condiciones de índole facultativa.

4.1. Definiciones.

4.1.1. Promotor.

Persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión que es necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos y cada uno de los costes requeridos.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

4.1.2. Projectista.

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.



4.1.3. Constructor o contratista.

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato de obra.

4.1.4. Dirección Facultativa.

Estará formada por el director de obra y por aquellas personas tituladas o no, que al objeto de auxiliar al director de obra en la realización de su contenido ejerzan, siempre bajo las órdenes directas de éste, funciones de control y vigilancia, así como las específicas por él mismo, habiendo sido encomendadas.

4.1.5. Director de obra.

Individuo que forma parte de la Dirección Facultativa, dirigiendo el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, además de una conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y las autorizaciones preceptivas, incluyen las condiciones del contrato que los atañe, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Se podrán dirigir las obras de los proyectos parciales con otros técnicos implicados, siempre y cuando sean supervisadas bajo la coordinación del director de obra.

4.1.6. Director de la ejecución de la obra.

Sujeto que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado.

Es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estime necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

4.1.7. Entidades y laboratorios de control de calidad de la edificación.

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, materiales, ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayo para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.



4.1.8. Suministradores de productos.

Son considerados como los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel fabricado e incorporado de una forma permanente a la obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

4.2. Oficina de obra.

El contratista dejará habilitada en la propia obra, una oficina, local o habitáculo, que contendrá como mínimo una mesa y tableros, donde todos los planos correspondientes al presente proyecto son expuestos, además de obra, que sucesivamente le vaya asignando la Dirección Facultativa, así como cuántos documentos se estime convenientes.

Durante la jornada de trabajo, el contratista por sí, o por medio de sus facultativos, estarán en la obra, y acompañarán al director de obra y a sus representantes en las visitas que se lleven a cabo en las mismas. Incluso a las fábricas o talleres donde se lleven a cabo trabajos de la obra para el suministro, en caso de ser necesario, de datos precisos para la comprobación de mediciones.

4.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos.

El contratista dará comienzo a las obras dentro del plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los periodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, con 3 o más días de antelación.

El director de obra redactará el acta que da comienzo la obra y la suscribirá en la misma, el día de comienzo de los trabajos, junto con él, el director de la ejecución de la obra, el promotor y el contratista. Existirá copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de ejecución, anexos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación.
- Licencia de obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Comunicación de apertura del centro de trabajo efectuada por el contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.



4.4. Libro de Órdenes.

El contratista tendrá siempre en la oficina de obra y a disposición del director de obra un “Libro de Órdenes y Asistencias”, con sus hojas foliadas por duplicado, donde serán redactadas las que crea oportunas para que se adopten las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los obreros u operarios, los viandantes en general, las fincas colindantes o inquilinos en las obras de reforma que se efectúen en edificios habitados, así como las que crea necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias constructivas que haya observado en las visitas a la obra.

Cada orden deberá ser extendida y firmada por el director de obra y el “Enterado” suscrito con la firma del contratista o de su encargado en la obra. La copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del director de obra.

4.5. Orden de los trabajos.

La determinación del orden de los trabajos es competencia del contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

4.6. Prórroga por causa de fuerza mayor.

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspender las obras o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del director de obra.

El contratista expondrá, en escrito dirigido al director de obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita. Entre las posibles causas de fuerza mayor, se contemplan los siguientes casos:

- Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- Fenómenos naturales debido a efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, tornados, tormentas tropicales, inundaciones u otros semejantes.
- Los destrozos ocasionados violentamente en tiempos de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

4.7. Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales.

Es obligación del contratista ejercer cuanto sea posible para la buena realización y ejecución de los aspectos de la obra, aún cuando no se halle expresamente estipulado en el presente Pliego de Condiciones Generales, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el director de obra y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra, y tipo de actuación.



4.8. Ampliación del proyecto por causa imprevista o de fuerza mayor.

Cuando se precise ampliar el proyecto, por motivo imprevisto o cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.

El contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, que la dirección de ejecución de la obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, y recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando así de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

4.9. Replanteo.

El contrato de obras comenzará con el acta de comprobación de replanteo, dentro del plazo de 30 días desde la fecha de su formalización. El contratista iniciará el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del director de ejecución de la obra y una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el director de obra. Será responsabilidad del contratista la deficiencia de este trámite.

4.10. Responsabilidad por vicios ocultos.

El contratista es el único e inequívoco responsable de vicios ocultos y defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la finalización de las obras.

Si la obra se arruina o sufre desperfectos y deterioros graves incompatibles con su función con posterioridad a la expiración del plazo de garantía por vicios ocultos de la construcción, debido a incumplimiento del contrato por parte del contratista, éste se verá obligado a responder por daños y perjuicios que se produzcan o se manifiesten durante un plazo de 15 años a contar desde la recepción de la obra.

El contratista responderá, durante dicho plazo debido a daños materiales causados en la obra por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que puedan comprometer directamente la resistencia mecánica y estabilidad de la construcción, contados desde la fecha de recepción de la obra sin reservas o desde la subsanación de éstas.

Si el director de ejecución de dicha obra, tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando se estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al director de obra.



4.11. Trabajos defectuosos.

El contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto en cuestión, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia, cuando el director de ejecución de la obra advierta defectos en los trabajos realizados, que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el director de obra, quien mediará para resolverla.

4.12. Materiales, aparatos y equipos defectuosos.

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de las instalaciones no fuesen de las características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el director de obra, a instancias del director de ejecución de la obra, dará la orden al contratista de poder sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el contratista, la orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor por cuenta propia a expensas del contratista. En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del director de obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

4.13. Procedencia de materiales, aparatos y equipos.

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos, donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos que se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, será el contratista quien deba presentar al director de ejecución de la obra una lista completa de materiales, aparatos y equipos que vayan a ser utilizados, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.



4.14. Comprobaciones de las obras.

Antes de verificarse las diversas recepciones provisionales y definitivas de las obras, se someterán todas las pruebas que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el director de obra.

Serán por cuenta del contratista todas estas pruebas y ensayos, también las averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precauciones, especificadas en el pliego de condiciones técnicas particulares para la ejecución de instalaciones eléctricas para baja tensión.

4.15. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los diversos gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo y cuenta del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo del promotor y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del contratista.

4.16. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el director de ejecución de la obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el director de obra con su firma, servirá para el abono por el promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

4.17. Plazo de garantía.

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a un año, salvo en casos especiales.

Dentro del plazo de 15 días, siendo anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, la Dirección Facultativa, de oficio o con instancia del contratista, redactará un informe del estado de las obras. Si el informe fuera favorable, el contratista quedará exonerado de toda responsabilidad, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que deberá efectuarse en el plazo de 60 días.

4.18. Recepción definitiva.

La recepción definitiva se realizará después de transcurrir el plazo de garantía, de igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha, ya cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán subsistentes las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.





PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA BAJA TENSIÓN

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González**

Índice

1. Objeto.	2
2. Justificación.	2
3. Reglamentación.	2
4. Características técnicas de los materiales.	2
4.1. Condiciones generales de materiales eléctricos.	2
4.2. Apararata eléctrica.	3
4.2.1. Interruptores automáticos.	3
4.2.2. Fusibles.	3
4.2.3. Interruptores diferenciales.	4
4.3. Identificación de conductores.	4
4.4. Conductores eléctricos.	4
4.5. Conductores de protección.	4
4.6. Canalizaciones y tubos.	5
4.7. Cajas de empalme y derivaciones.	5
4.8. Cuadros de mando y protección.	5
4.9. Sistema de puesta a tierra.	5
4.10. Luminarias.	5
4.11. Pequeño tipo de material y varios.	6
5. Reconocimientos, pruebas y ensayos.	6
5.1. Reconocimiento de obras.	6
5.2. Pruebas y ensayos.	7
6. Condiciones de ejecución y montaje.	7
7. Condiciones de mantenimiento y uso de instalaciones.	8



1. Objeto.

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las instalaciones eléctricas interiores dentro del ámbito de baja tensión.

2. Justificación.

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares hace referencia al suministro e instalación de materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas interiores dentro del ámbito de baja tensión.

3. Reglamentación.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, donde se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1955/2000, de 01 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 1433/2002, de 27 de diciembre, por el que se establece los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en régimen especial.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- ORDEN del Consejero de industria, comercio y nuevas tecnologías donde se aprueban las Normas Particulares para Instalaciones de Enlace de la empresa Endesa Distribución Eléctrica, S.L., en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Normas UNE de aplicación.

4. Características técnicas de los materiales.

4.1. Condiciones generales de materiales eléctricos.

Todos los materiales eléctricos se elegirán de marcas de calidad, y sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a los especificado por la reglamentación vigente y por el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a las indicaciones que, en su caso, exprese la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa podrá exigir muestras de los materiales a emplear, además de certificados de calidad de los mismos y rechazará todos aquellos que, a su juicio, no cumplan los requisitos exigidos.



4.2. Aparamenta eléctrica.

Todos los aparatos de maniobra, protección y medida serán procedentes de firmas de reconocida solvencia, no debiendo ser instalados sin haber sido reconocidos previamente por la Dirección Facultativa, quien podrá rechazarlos, si a su juicio, no reúnen las debidas condiciones de calidad y sin que el contratista tenga por ello derecho a indemnización.

4.2.1. Interruptores automáticos.

Serán del tipo y características que se fijen en la Memoria, Anexos y en los esquemas unifilares del proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta siempre que sus especificaciones técnicas se ajusten al modelo exigido, lleven impresa la marca de conformidad de Normas UNE y haya sido aprobada por la Dirección Facultativa.

En cualquier caso, queda terminantemente prohibida la sustitución de alguna de las protecciones señaladas en los esquemas eléctricos y documentos del presente proyecto, salvo autorización expresa y por escrito del director de obra, en caso de no existir un tipo determinado en el mercado.

Los interruptores han de cumplir, al menos, la siguiente condición, deberán ser de corte omnipolar los siguientes dispositivos:

- Los situados en el origen de la instalación.
- Los destinados en aparatos de utilización cuya potencia sea superior a 1.000 W.

Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Todos los interruptores se someterán a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos por las normas UNE para este tipo de material.

4.2.2. Fusibles.

Los fusibles cumplirán la condición de permitir su posible recambio de la instalación, sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

Los fusibles serán ajustados a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, fusión y cortacircuitos exigidos a esta clase de material por las normas UNE dadas.

Los zócalos serán de un material aislante resistente a la humedad y de una resistencia mecánica adecuada, no debiendo sufrir deterioro por las temperaturas a que dé lugar su funcionamiento en las máximas condiciones posibles admitidas.

Las cubiertas deben ser tales que eviten por completo la proyección de metal en caso de fusión y eviten que las partes en tensión puedan ser accesibles en servicio normal.



4.2.3. Interruptores diferenciales.

Los interruptores diferenciales asegurarán la protección en caso de defecto de acuerdo con lo especificado en la norma UNE-HD 60364-4-41, dependiendo del tipo de esquema de puesta a tierra empleado. Están previstos para la protección de personas contra los choques eléctricos, conforme a la norma EN 61008.

4.3. Identificación de conductores.

Los conductores instalados deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración.

El conductor neutro se identificará mediante el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

4.4. Conductores eléctricos.

Los conductores tendrán las características que se indiquen en los documentos del presente proyecto. No se admite cualquier colocación de conductores no especificados en los esquemas eléctricos del proyecto.

El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las respectivas especificaciones contenidas en la norma UNE 21011 y el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Serán comerciales, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico. Los conductores estarán formados por un solo hilo o por varios hilos trenzados helicoidalmente en una cuerda redonda. El número de hilos dependerá de la sección y lo fijará el fabricante.

Sobre el alma conductora se dispondrá de aislamiento de material plástico, adecuado para la tensión nominal de servicio, especificada en cada caso en la Memoria, Anexos y en los esquemas unifilares. La cubierta será de material plástico y rodeará al cable para protegerlo de agentes exteriores.

4.5. Conductores de protección.

Tendrán las mismas características que los conductores activos y los conductores de la red de tierra serán de cobre electrolítico desnudo. Será de aplicación el apartado 543 de la norma UNE-HD 60364-5-54.



4.6. Canalizaciones y tubos.

Estarán fabricados de un material resistente a la corrosión y a los ácidos, y al mismo tiempo contarán con el factor de no propagador de llama.

Las canalizaciones rígidas deberán soportar una carga mecánica mínima de rotura exterior de 250 Kg. Las canalizaciones flexibles tendrán como mínimo una resistencia al aplastamiento de 50 Kg y soportarán la prueba de curvatura de 90° sin deformarse su diámetro interior.

4.7. Cajas de empalme y derivaciones.

Todos los cambios de direcciones en tubos rígidos, empalmes de conductores y en tubos de cualquier clase de instalaciones interiores, se llevarán a cabo por medio de cajas de derivación o registro que serán de plástico con protección antipolvo y estancas para circuitos exteriores.

4.8. Cuadros de mando y protección.

Como cuadro de mando y protección se emplearán los descritos en la Memoria y en el Presupuesto y estarán contruidos con materiales adecuados no inflamables.

4.9. Sistema de puesta a tierra.

Estará formado por un circuito cuyas características, forma y lugar de su instalación, seguirán lo descrito en la Memoria y Anexos del presente proyecto, cumpliendo siempre las prescripciones establecidas en la ITC-BT-18 del REBT.

Se comprobará la instalación del conductor de cobre desnudo, su situación, recorrido y si hay espacio suficiente, también, las separaciones mínimas de conducciones con otras instalaciones.

Se instalarán picas para la red de toma de tierra, formada por piezas de acero cobreado con baño electrolítico, cuya conexión se realizará mediante grapas abarcón y soldadura aluminotérmica, según lo especificado en la norma UNE-HD 60364-5-54.

4.10. Luminarias.

Serán de los tipos señalados en la Memoria o equivalentes. En cualquier caso serán adecuadas a la potencia de las lámparas a instalar en ellas.

Tendrán curvas fotométricas, longitudinal y transversal simétricas respecto a un eje vertical, salvo indicación expresa en sentido contrario en alguno de los documentos del proyecto o del director de obra. El nivel de iluminación será adecuado y uniforme, además de la fijación al soporte, que será la correcta.



4.11. Pequeño tipo de material y varios.

Todo material pequeño a emplear en instalaciones, será de características adecuadas al fin que debe cometer, de buena calidad y preferiblemente de marca y tipo de acreditada solvencia, reservándose la Dirección Facultativa el derecho de fijar los modelos o marcas que juzgue más convenientes.

5. Reconocimientos, pruebas y ensayos.

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, el director de obra en cuestión, procederá, en presencia de los representantes del contratista a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

5.1. Reconocimiento de obras.

Previamente al reconocimiento de obras, el contratista habrá retirado todos y cada uno de los materiales sobrantes, restos, embalajes, entre otros, hasta dejarlas completamente limpias y despejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo antes de su instalación y que correspondan exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, comprobará que no sufren deterioro alguno en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización de las instalaciones eléctricas han sido llevadas a cabo y terminadas, rematadas correcta y completamente. En particular, se resalta la comprobación y verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, interruptores y otros colocados.
- Tipo, características, tensión nominal, intensidad nominal y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.

Todos, tanto los cables de baja tensión como los puntos de luz y tomas de corriente, serán probados durante 24 horas, de acuerdo con lo que la Dirección Facultativa estime conveniente según el caso.

Si los calentamientos producidos en las cajas de derivación, empalmes y terminales, fueran excesivos, a juicio del director de obra, se rechazará el material correspondiente, que será sustituido por otro nuevo por cuenta del contratista.



5.2. Pruebas y ensayos.

Después de efectuar el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación:

- **Caídas de tensión:** Con todos los puntos de consumo de cada cuadro, se medirá la tensión en la acometida y en los extremos de los diversos circuitos. La caída de tensión en cada circuito no será superior al 3% si se trata de alumbrado y el 5% si se trata de fuerza, de la tensión existente en el orden de la instalación.
- **Medida de aislamiento de la instalación:** El ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre los conductores activos aislados.
- **Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos:** La intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos debe ser igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- **Empalmes:** Se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.
- **Equilibrio entre fases:** Se medirán las intensidades en cada fase, debiendo existir el máximo equilibrio entre ellas.
- **Identificación de las fases:** Se comprobará que en los cuadros, los conductores de las diversas fases y el neutro serán fácilmente identificables por el color.
- **Medidas de iluminación:** La medida de la iluminación media y del coeficiente de uniformidad constituye el índice práctico fundamental de calidad de la instalación del alumbrado, y será inadmisibles recibirla sin haber comprobado previamente que la iluminación alcanza los niveles previstos y la uniformidad exigible.
- **Medición de niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra:** Una vez al año y en la época más seca, se revisará la continuidad del circuito y se medirá la puesta tierra.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará nuevamente un reconocimiento, con objeto de comprobar el total cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

6. Condiciones de ejecución y montaje.

La ejecución de la instalación eléctrica se ajustará a lo especificado en base al REBT y a lo señalado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para instalaciones eléctricas en Baja Tensión.

El director de obra rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos exigidos, obligándose al contratista a sustituirlas a su cargo.



Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejarán las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra. Deberá garantizarse la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo, dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes, herramientas de seguridad y demás materiales. Los aparatos o herramientas eléctricas que se utilicen estarán dotados de un aislamiento de grado II, o estarán alimentados con tensión inferior a 50 V.

7. Condiciones de mantenimiento y uso de instalaciones.

Todos los materiales que conforman las instalaciones eléctricas, además de cumplir con las características técnicas, de calidad y de acreditada solvencia, se protegerán de factores que puedan mermar la estructura o forma de los materiales.

Se reducirán los efectos causados por humedades, suciedad y contacto con materiales agresivos, así como los daños producidos frente a golpes y salpicaduras.

Los elementos relacionados con el sistema de puesta a tierra se protegerán frente a golpes, materiales agresivos, humedades y suciedad. El cableado, la DI y aparamenta, serán protegidos de la humedad y del contacto con materiales agresivos. Las luminarias presentarán la correspondiente protección frente a golpes y salpicaduras.





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna



MEDICIONES Y PRESUPUESTO

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González

Índice

1. Mediciones y Presupuesto.	2
1.1. Instalaciones fotovoltaicas.	2
1.2. Instalaciones de enlace.	4
1.3. Instalaciones de interior.	8
1.4. Mano de obra.	13
2. Presupuestos.	14
2.1. Presupuesto total.	14



1. Mediciones y Presupuesto.

1.1. Instalaciones fotovoltaicas.

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (CGMP)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
101	Cuadro eléctrico AC de empotrar para distribución de aparata de hasta 8 elementos con tornillo para precintado en blanco, con marco y puerta reversible incluida, grado de protección tipo IP40 y IK07. Según UNE-EN 62208 y UNE 201003.	16	8,57	137,12
102	Cuadro eléctrico DC de exterior para distribución de aparata de hasta 6 elementos con tornillo para precintado en blanco, con marco y puerta reversible incluida, grado de protección tipo IP65 y IK08. Según UNE-EN 61439.	16	12,32	197,12
Final				334,24

PROTECCIONES (AC)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
103	Protector contra sobretensiones transitorias, bipolar (2P), tipo 2 (onda 8/20 μ s), nivel de protección 1,8 kV, intensidad máxima de descarga 100 kA, de 72x93x65,5 mm, protección IP20, con montaje sobre carril DIN (35 mm), IEC 61643-11.	16	234,1	3.745,6
104	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, tetrapolar (4P), intensidad nominal 20 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	16	29,7	475,2
105	Interruptor automático LEGRAND diferencial, tipo AC, de sensibilidad 30 mA, intensidad nominal 25 A, tetrapolar (4P). Diseñado por UNE-EN 61008-1.	16	81,61	1.305,76
Final				5.526,56

EQUIPO DE FOTOVOLTAICA				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
106	Inversor Trifásico Growatt MOD 15KTL3-X con una conexión a red trifásica, que puede entregar hasta 15.000 W y que integra 2 reguladores de carga MPPT.	16	1.480,07	23.681,12
107	TITAN, Módulo PERC monocristalino con 130 celdas de alto rendimiento, modelo RSM130-8-430M-450M.	348	130,78	45.511,44
108	Voltronic Power, Módulo de batería de iones de litio escalable 48 V DC, 100 Ah, modelo LIO II-4810.	64	37,02	2.369,28
109	CAT, Grupo electrógeno diésel de 150 kVA, 1.500 rpm, tensión dada 380-415 V, modelo DE150 GC (50 Hz).	2	13.120,8	26.241,6
Final				97.803,44



PROTECCIONES (DC)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
110	Conjunto fusible fotovoltaico tipo gPV, tamaño 10x38, intensidad nominal 15 A, poder de corte 20 kA, con tensión asignada 1.000 V DC. Con UNE-EN 60269-1.	16	2,13	34,08
111	Portafusible DC de carril DIN para fotovoltaica T-0, de tamaño 10x38 con capacidad hasta 32 A.	16	2,77	44,32
112	Conjunto fusible fotovoltaico Mega Fuse Victron 58 V, intensidad nominal 250 A, poder de corte 120 kA, con tensión asignada 1.000 V DC. Con UNE-EN 60269-1.	16	39,72	635,52
113	Portafusible Mega Victron DC para fotovoltaica, con tamaño de Pernos M8 y capacidad hasta 250 A.	16	15,23	243,68
114	Protector contra sobretensiones transitorias, bipolar (2P), tipo 2 (onda 8/20 μ s), protección IP20, tensión asignada 1.000 V DC para fotovoltaica, intensidad máxima de descarga 40 kA, con montaje sobre carril DIN (35 mm), IEC 61643-11.	16	45,03	720,48
115	Interruptor automático WERDEN magnetotérmico DC, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, con poder de corte 6 kA. Según UNE-EN 60947-3.	16	14,18	226,88
Final				1.904,96

CABLEADO DE FOTOVOLTAICA				
Nº	Descripción	Ud [m]	P/Ud [€]	Total [€]
116	Cable Exzhellent Class Solar. Tipo H1Z2Z2-K con un conductor de cobre flexible estañado, una tensión de 1,8/1,8 kV en corriente continua. Aislamiento y con cubierta termoestables. No propagador de la llama, cable unipolar 6 mm^2 , libre de halógenos, con baja emisión de humos. Certificado Bureau Veritas. Doble aislamiento (clase II). Clase CPR de reacción al fuego Eca. Según EN 50618 e IEC 62930. Rojo-P, Negro-N.	733	1,13x2	1.656,58
Final				1.656,58

TUBOS Y CANALIZACIONES				
Nº	Descripción	Ud [m]	P/Ud [€]	Total [€]
117	Tubo forrado corrugado solar negro, canalizaciones empotradas (paredes, suelo, techos y falsos techos), tubo de 25 mm. Diseñado según UNE-EN 61386-22. Grado de protección IP54. No propagador de llama. Resistencia al impacto de 2 J a -5 °C + 60 °C y con una resistencia a la compresión de 320 N.	733	0,33	241,89
Final				241,89



1.2. Instalaciones de enlace.

CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
201	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para fusibles de intensidad máxima 63 A, protección de derivación individual, formada por una envolvente aislante, es precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según la UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 mediante UNE 20324 e IK08 señalado en UNE-EN 50102.	32	76,63	2.452,16
Final				2.452,16

CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
202	Caja de protección y medida CPM1-S2, hasta 100 A de intensidad, para contador monofásico, formada por envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla transparente, instalación empotrada. Equipo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora. Según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 mediante UNE 20324 e IK09 por UNE-EN 50102.	2	67,15	134,3
203	Caja de protección y medida CPM2-S4, hasta 100 A de intensidad, para contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla transparente, instalación empotrada. Equipo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora. Según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 mediante UNE 20324 e IK09 por UNE-EN 50102.	2	130,35	260,7
Final				395,00

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)				
Nº	Descripción	Ud [m]	P/Ud [€]	Total [€]
204	Cable Exzhellent Class 750 V con alta deslizabilidad. Tipo H07Z1-K TYPE 2 (AS) con conductor de cobre flexible, tensión asignada 450/750 V alta seguridad. Cable unipolar 120 mm ² . Libre halógenos. Marrón-L1, Negro-L2, Gris-L3, Azul-N, Verde/amarillo-T.	30	17,63x5	2.644,5
Final				2.644,5



DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI)				
Nº	Descripción	Ud [m]	P/Ud [€]	Total [€]
205	Cable Exzhellent Class 750 V con alta deslizabilidad. Tipo H07Z1-K TYPE 2 (AS) con conductor de cobre flexible, tensión asignada 450/750 V alta seguridad. Aislamiento libre de halógenos. Clase de reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1. No propagador de la llama ni del incendio, baja emisión de humos, reducida emisión de calor, un bajo desprendimiento de gotas/partículas incandescentes, baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos. Cable unipolar 6 mm ² . Diseñado mediante UNE-EN 50525-3-31. Marrón-L, Azul-N, Verde/amarillo-T.	12	0,86x3	30,96
206	Cable Exzhellent Class 750 V con alta deslizabilidad. Tipo H07Z1-K TYPE 2 (AS) con conductor de cobre flexible, tensión asignada 450/750 V alta seguridad. Aislamiento libre de halógenos. Clase de reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1. No propagador de la llama ni del incendio, baja emisión de humos, reducida emisión de calor, un bajo desprendimiento de gotas/partículas incandescentes, baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos. Cable unipolar 35 mm ² . Diseñado mediante UNE-EN 50525-3-31. Marrón-L, Azul-N, Verde/amarillo-T.	1.476	5,1x3	22.582,8
207	Cable Exzhellent Class 750 V con alta deslizabilidad. Tipo H07Z1-K TYPE 2 (AS) con conductor de cobre flexible, tensión asignada 450/750 V alta seguridad. Aislamiento libre de halógenos. Clase de reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1. No propagador de la llama ni del incendio, baja emisión de humos, reducida emisión de calor, un bajo desprendimiento de gotas/partículas incandescentes, baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos. Cable unipolar 16 mm ² . Diseñado mediante UNE-EN 50525-3-31. Marrón-L1, Negro-L2, Gris-L3, Azul-N, Verde/amarillo-T.	9	2,5x5	112,5
208	Cable Exzhellent Class 750 V con alta deslizabilidad. Tipo H07Z1-K TYPE 2 (AS) con conductor de cobre flexible, tensión asignada 450/750 V alta seguridad. Aislamiento libre de halógenos. Clase de reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1. No propagador de la llama ni del incendio, baja emisión de humos, reducida emisión de calor, un bajo desprendimiento de gotas/partículas incandescentes, baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos. Cable unipolar 35 mm ² . Diseñado mediante UNE-EN 50525-3-31. Marrón-L1, Negro-L2, Gris-L3, Azul-N, Verde/amarillo-T.	7	5,1x5	178,5
Final				22.904,76



TUBOS Y CANALIZACIONES				
Nº	Descripción	Ud [m]	P/Ud [€]	Total [€]
209	Tubo corrugado curvable negro PVC, canalizaciones empotradas (paredes, suelo, techos y falsos techos), tubo de 25 mm. Diseñado según UNE-EN 61386-22. Grado de protección IP54. No propagador de llama. Resistencia al impacto de 1 J a -5 °C + 60 °C y con una resistencia a la compresión de 320 N.	12	0,2	2,4
210	Tubo corrugado curvable negro PVC, canalizaciones empotradas (paredes, suelo, techos y falsos techos), tubo de 40 mm. Diseñado según UNE-EN 61386-22. Grado de protección IP54. No propagador de llama. Resistencia al impacto de 1 J a -5 °C + 60 °C y con una resistencia a la compresión de 320 N.	1.485	0,47	697,95
211	Tubo corrugado curvable negro PVC, canalizaciones empotradas (paredes, suelo, techos y falsos techos), tubo de 50 mm. Diseñado según UNE-EN 61386-22. Grado de protección IP54. No propagador de llama. Resistencia al impacto de 1 J a -5 °C + 60 °C y con una resistencia a la compresión de 320 N.	7	0,59	4,13
212	Tubo corrugado curvable negro PVC, canalizaciones empotradas (paredes, suelo, techos y falsos techos), tubo de 160 mm. Diseñado según UNE-EN 61386-22. Grado de protección IP54. No propagador de llama. Resistencia al impacto de 1 J a -5 °C + 60 °C y con una resistencia a la compresión de 320 N.	30	1,87	56,1
Final				760,58

PROTECCIONES (NH)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
213	Conjunto fusible cuchilla tipo gG/gL, tamaño NH-00, intensidad nominal 40 A, poder de corte 120 kA, con tensión asignada 500 V AC. Según UNE-EN 60269-1.	26	2,77	72,02
214	Conjunto fusible cuchilla tipo gG/gL, tamaño NH-00, intensidad nominal 63 A, poder de corte 120 kA, con tensión asignada 500 V AC. Según UNE-EN 60269-1.	11	2,77	30,47
215	Conjunto fusible cuchilla tipo gG/gL, tamaño NH-00, intensidad nominal 100 A, poder de corte 120 kA, con tensión asignada 500 V AC. Según UNE-EN 60269-1.	3	2,77	8,31
216	Conjunto fusible cuchilla tipo gG/gL, tamaño NH-00, intensidad nominal 250 A, poder de corte 120 kA, con tensión asignada 500 V AC. Según UNE-EN 60269-1.	3	7,44	22,32
217	Portafusible BUC para tamaño NH-00 con capacidad hasta 160 A. Zócalo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible.	40	10,67	426,8
Final				559,92



CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
218	Módulo de interruptor general de maniobra de 160 A (III+N), homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	2	135,23	270,46
219	Módulo de embarrado general, homologado por la empresa suministradora. Incluso pletinas de cobre, cortacircuitos, cableado y accesorios que forman parte de la centralización de contadores.	2	106,02	212,04
220	Módulo de fusibles de seguridad, homologado por la empresa suministradora. Incluso fusibles, cableado y accesorios para formar parte de la centralización.	2	70,62	141,24
221	Módulo de servicios generales con fraccionamiento y seccionamiento, homologado siendo responsable la empresa suministradora. Incluso añadiendo cableado y accesorios que forman parte de la centralización.	2	107,58	215,16
222	Armario con ubicación de 16 contadores monofásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso añadiendo cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	2	326,93	653,86
223	Módulo de bornes de salida y puesta a tierra, siendo homologado por la empresa suministradora. Incluso carril, bornes, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	2	81,14	162,28
Final				1.655,04

PUESTA A TIERRA				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
224	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	194 m	2,81	545,14
225	Electrodo para red de toma de tierra cobreado 300 µm, mediante fabricación en acero, 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	38	18	684
226	Grapa abarcón para conexión de pica.	38	1	38
227	Puente para la comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	38	46	1.748
228	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	38	74	2.812
Final				5.827,14



1.3. Instalaciones de interior.

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (CGMP)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
301	Cuadro eléctrico de empotrar para distribución de aparamenta de hasta 8 elementos con tornillo para precintado en blanco, con marco y puerta reversible incluida, grado de protección tipo IP40 y IK07. Según UNE-EN 62208 y UNE 201003.	38	8,57	325,66
Final				325,66

MECANISMOS ELÉCTRICOS				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
302	Interruptor simple unipolar (1P) para empotrar, con marco embellecedor blanco, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669. Tecla simple, para interruptor/simple conmutador.	82	2,1	172,2
303	Interruptor doble unipolar (1P) para empotrar, con marco embellecedor blanco, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669. Tecla doble para interruptor/doble conmutador.	8	2,7	21,6
304	Pulsador para empotrar, con marco embellecedor blanco, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con un contacto NA, según EN 60669. Tecla con símbolo de campana para pulsador.	32	2,6	83,2
305	Base de toma TV/R-SAT para empotrar, con tapa para base y marco embellecedor blanco.	40	3,6	144
306	Base para toma de corriente con contacto a tierra (2P+T) para empotrar, intensidad asignada de 16 A, tensión asignada 250 V, tipo Schuko, con tapa para base y marco embellecedor blanco.	397	2,9	1.151,3
307	Base para toma de corriente con contacto a tierra (2P+T) para empotrar, intensidad asignada de 20 A, tensión asignada 250 V, tipo Schuko, con tapa para base y marco embellecedor blanco.	59	3,7	218,3
308	Base para toma de corriente con contacto a tierra (2P+T) para empotrar, intensidad asignada de 25 A, tensión asignada 250 V, tipo Schuko, con tapa para base y marco embellecedor blanco.	43	4,8	206,4
Final				1.997,00



CABLEADO GENERAL				
Nº	Descripción	Ud [m]	P/Ud [€]	Total [€]
309	Cable Genlis-F Class con alta deslizabilidad. Tipo H05V-K/H07V-K con conductor de cobre flexible y tensión asignada 450/750 V. Aislamiento de PVC. Clase de reacción al fuego Eca. Una baja emisión de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio. Cable unipolar 1,5 mm ² . Diseñado mediante UNE-EN 50525-2-31. Marrón-L, Azul-N, Verde/amarillo-T.	746	0,22x3	492,36
310	Cable Genlis-F Class con alta deslizabilidad. Tipo H05V-K/H07V-K con conductor de cobre flexible y tensión asignada 450/750 V. Aislamiento de PVC. Clase de reacción al fuego Eca. Una baja emisión de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio. Cable unipolar 2,5 mm ² . Diseñado mediante UNE-EN 50525-2-31. Marrón-L, Azul-N, Verde/amarillo-T.	1.424	0,36x3	1.537,92
311	Cable Genlis-F Class con alta deslizabilidad. Tipo H05V-K/H07V-K con conductor de cobre flexible y tensión asignada 450/750 V. Aislamiento de PVC. Clase de reacción al fuego Eca. Una baja emisión de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio. Cable unipolar 4 mm ² . Diseñado mediante UNE-EN 50525-2-31. Marrón-L, Azul-N, Verde/amarillo-T.	287	0,55x3	473,55
312	Cable Genlis-F Class con alta deslizabilidad. Tipo H05V-K/H07V-K con conductor de cobre flexible y tensión asignada 450/750 V. Aislamiento de PVC. Clase de reacción al fuego Eca. Una baja emisión de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio. Cable unipolar 6 mm ² . Diseñado mediante UNE-EN 50525-2-31. Marrón-L, Azul-N, Verde/amarillo-T.	14	0,86x3	36,12
313	Cable Genlis-F Class con alta deslizabilidad. Tipo H05V-K/H07V-K con conductor de cobre flexible y tensión asignada 450/750 V. Aislamiento de PVC. Clase de reacción al fuego Eca. Una baja emisión de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio. Cable unipolar 10 mm ² . Diseñado mediante UNE-EN 50525-2-31. Marrón-L1, Negro-L2, Gris-L3, Azul-N, Verde/amarillo-T.	36	1,41x5	253,8
314	Cable Genlis-F Class con alta deslizabilidad. Tipo H05V-K/H07V-K con conductor de cobre flexible y tensión asignada 450/750 V. Aislamiento de PVC. Clase de reacción al fuego Eca. Una baja emisión de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio. Cable unipolar 16 mm ² . Diseñado mediante UNE-EN 50525-2-31. Marrón-L1, Negro-L2, Gris-L3, Azul-N, Verde/amarillo-T.	27	2,5x5	337,5
Final				3.131,25



TUBOS Y CANALIZACIONES				
Nº	Descripción	Ud [m]	P/Ud [€]	Total [€]
315	Tubo rígido gris de PVC libre de halógenos de 16 mm con manguito, enchufable y blindado. Diseñado según norma UNE-EN 61386. Resistencia a la compresión de 1.250 N. Resistencia al impacto de 6 J a -5 °C + 90 °C. Grado de Estanqueidad IP54. Aislante, no propagador de la llama y curvable en frío.	746	1,11	828,06
316	Tubo rígido gris de PVC libre de halógenos de 20 mm con manguito, enchufable y blindado. Diseñado según norma UNE-EN 61386. Resistencia a la compresión de 1.250 N. Resistencia al impacto de 6 J a -5 °C + 90 °C. Grado de Estanqueidad IP54. Aislante, no propagador de la llama y curvable en frío.	1.711	1,29	2.207,19
317	Tubo rígido gris de PVC libre de halógenos de 25 mm con manguito, enchufable y blindado. Diseñado según norma UNE-EN 61386. Resistencia a la compresión de 1.250 N. Resistencia al impacto de 6 J a -5 °C + 90 °C. Grado de Estanqueidad IP54. Aislante, no propagador de la llama y curvable en frío.	14	1,71	23,94
318	Tubo rígido gris de PVC libre de halógenos de 32 mm con manguito, enchufable y blindado. Diseñado según norma UNE-EN 61386. Resistencia a la compresión de 1.250 N. Resistencia al impacto de 6 J a -5 °C + 90 °C. Grado de Estanqueidad IP54. Aislante, no propagador de la llama y curvable en frío.	36	2,69	96,84
319	Tubo rígido gris de PVC libre de halógenos de 40 mm con manguito, enchufable y blindado. Diseñado según norma UNE-EN 61386. Resistencia a la compresión de 1.250 N. Resistencia al impacto de 6 J a -5 °C + 90 °C. Grado de Estanqueidad IP54. Aislante, no propagador de la llama y curvable en frío.	27	3,66	98,82
Final				3.254,85

PROTECCIONES (DPS)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
320	Protector contra sobretensiones transitorias, unipolar (1P), tipo 1 (onda 10/350 µs), intensidad máxima de descarga 50 kA, de 18x93x65,5 mm, protección IP20, con montaje sobre carril DIN (35 mm), IEC 61643-11.	6	170,92	1.025,52
321	Protector contra sobretensiones transitorias, bipolar (2P), tipo 2 (onda 8/20 µs), nivel de protección 1,8 kV, intensidad máxima de descarga 100 kA, de 72x93x65,5 mm, protección IP20, con montaje sobre carril DIN (35 mm), IEC 61643-11.	38	234,1	8.895,8
Final				9.921,32



PROTECCIONES (PIA)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
322	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	41	2,92	119,72
323	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	71	2,92	207,32
324	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	33	2,92	96,36
325	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	32	2,92	93,44
326	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 32 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	1	4,66	4,66
327	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	2	38,16	76,32
328	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	2	100,88	201,76
Final				799,58

PROTECCIONES (ID)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
329	Interruptor automático LEGRAND diferencial, tipo AC, de sensibilidad 30 mA, intensidad nominal 25 A, bipolar (2P). Diseñado por UNE-EN 61008-1.	7	13,11	91,77
330	Interruptor automático LEGRAND diferencial, tipo AC, de sensibilidad 30 mA, intensidad nominal 40 A, bipolar (2P). Diseñado por UNE-EN 61008-1.	32	16,43	525,76
331	Interruptor automático LEGRAND diferencial, tipo AC, de sensibilidad 30 mA, intensidad nominal 63 A, bipolar (2P). Diseñado por UNE-EN 61008-1.	1	114,16	114,16
332	Interruptor automático LEGRAND diferencial, tipo AC, de sensibilidad 30 mA, intensidad nominal 63 A, tetrapolar (4P). Diseñado por UNE-EN 61008-1.	2	186,2	372,4
333	Interruptor automático LEGRAND diferencial, tipo AC, de sensibilidad 30 mA, intensidad nominal 80 A, tetrapolar (4P). Diseñado por UNE-EN 61008-1.	2	266,23	532,46
Final				1.636,55



PROTECCIONES (IGA)				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
334	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	35	6,73	235,55
335	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	1	20,04	20,04
336	Interruptor automático LEGRAND magnetotérmico, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 63 A, con poder de corte 6 kA. Diseñado por UNE-EN 60898-1.	2	32,26	64,52
Final				320,11

LUMINARIAS				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
337	PHILIPS, Luminaria adosable techo RC461B, modelo LED28S/BU840 PSD W30L120 VPC PIP.	47	129,62	6.092,14
338	PHILIPS, Luminaria adosable techo RC461B, modelo LED34S/940 PSD W30L120 VPC PIP.	10	190,66	1.906,6
339	PHILIPS, Luminaria adosable techo RC461B, modelo LED28S/BU840 PSD W60L60 VPC PIP.	33	116,4	3.841,2
340	PHILIPS, Luminaria adosable techo RC461B, modelo LED34S/940 PSD W60L60 VPC PIP.	6	173,92	1.043,52
341	PHILIPS, Luminaria adosable techo DN571B, modelo LED12S/840 DIA-VLC-E C WH.	36	32,6	1.173,6
342	PHILIPS, Luminaria adosable techo DN571B, modelo LED20S/840 DIA-VLC-E C WH.	192	45,78	8.789,76
343	NICELUX, Luminaria de emergencia adosable techo, provista de batería recargable, modelo LD1017075.	22	15,95	350,9
Final				23.197,72

EQUIPO DE VIVIENDAS				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
344	Grado de calidad iQ500, Extractor Siemens, modelo LC98BIP50.	32	583,81	18.681,92
345	Grado de calidad iQ500, Frigorífico Siemens, modelo KG39E8XBA.	32	1.008,47	32.271,04
346	Grado de calidad iQ300, Placa de inducción Siemens, modelo EH631BDB1E.	32	553,78	17.720,96
347	Grado de calidad iQ300, Microondas tipo integrable Siemens, modelo BE623LMB3.	32	252,01	8.064,32
348	Velis Wifi, Termo eléctrico Ariston 100 L, modelo 3626329.	32	347,6	11.123,2
Final				87.861,44



EQUIPO DE RESTAURANTE				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
349	Tipo serie Lorenzo 600, Cocina y Horno, modelo EHB669C+EB4U.	3	1.420,99	4.262,97
350	Tipo serie Lorenzo 600, Freidora eléctrica, modelo EFB669M.	4	1.753,99	7.015,96
351	Tipo serie Lorenzo 600, Cuecepasta eléctrico, modelo ENB669P.	2	1.634,99	3.269,98
352	Tipo serie Lorenzo 600, Plancha eléctrica, modelo EGB669PGG.	2	1.335,99	2.671,98
353	EVC Series, Refrigerador con doble puerta industrial, modelo KSF1400GT2.	2	2.604,99	5.209,98
354	Hoods, Campana con motor, modelo WHIE207M.	3	912,99	2.738,97
355	Tipo serie 1303180, Lavavajillas Sammic industrial, modelo AX-50.	3	1.955,25	5.865,75
356	Tipo serie 5120045, Horno de microondas Sammic, modelo MO-1834.	1	973,35	973,35
357	CV, Cafetera de espresso compacta, modelo KMCF2.	1	1.575,99	1.575,99
358	Vitrina conservación de calor, modelo WVNR646E.	4	568,99	2.275,96
359	Vitrina refrigerada, modelo AGS203LND.	1	563,99	563,99
360	Expositor refrigerado, modelo KUTKSE138.	1	2.958,99	2.958,99
Final				39.383,87

EQUIPO DE LAVANDERÍA				
Nº	Descripción	Uds	PVP/Ud [€]	Total [€]
361	Primer, Lavadora industrial de autoservicio con 10 Kg de capacidad de carga, modelo LP-10.	12	3.889	46.668
362	Primer, Secadora industrial de autoservicio con 10 Kg de capacidad de carga, modelo DP-10.	12	2.737	32.844
Final				79.512,00

1.4. Mano de obra.

EQUIPO ESPECIALISTA					
Nº	Descripción	Día/h	Uds	Ud/h [€]	Total [€]
401	Ingeniero Técnico Industrial, Proyectista.	60x8	1	13,5	6.480
402	Oficial Electricista, Instalación fotovoltaica.	60x8	1	9,5	4.560
403	Ayudante Electricista, Instalación fotovoltaica.	60x8	3	7,5	10.800
404	Oficial de Electricista, Instalación de enlace.	60x8	1	9,5	4.560
405	Ayudante de Electricista, Instalación de enlace.	60x8	3	7,5	10.800
406	Oficial de Electricista, Instalación de interior.	60x8	1	9,5	4.560
407	Ayudante de Electricista, Instalación de interior.	60x8	3	7,5	10.800
Final					52.560,00



2. Presupuestos.

Atendiendo la naturaleza de las instalaciones, se procede a realizar las valoraciones económicas de los materiales, mediciones, aparatos y equipos empleados en los montajes eléctricos y los de carácter frigorífico y contra incendios. Esta previsión de costes tiene como finalidad aproximar, en la medida de lo posible, el importe de las instalaciones, excluyendo los posibles beneficios empresariales, descuentos y otros tipos de desviaciones aplicadas que puedan aparecer en el proceso.

2.1. Presupuesto total.

PRESUPUESTO	
Descripción	Total [€]
Instalaciones fotovoltaicas	107.467,67
Instalaciones de enlace	37.199,10
Instalaciones de interior	251.341,35
Mano de obra	52.560,00
Presupuesto de Ejecución Material	448.568,12
IGIC 7%	31.399,77
Gastos Generales 13%	58.313,86
Beneficio Industrial 6%	26.914,09
Final	565.195,84

EL PRESUPUESTO TOTAL ASCIENDE A LOS QUINIENTOS SESENTA Y CINCO MIL CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

**Alumno/a: Kevin Javier López Melián
Tutor/a: Dr. José Francisco Gómez González**

Índice

1. Objeto.	2
2. Justificación.	2
3. Reglamentación.	3
4. Características generales del proyecto.	3
4.1. Emplazamiento y condiciones del entorno.	4
5. Identificación y valoración de riesgos.	4
6. Medidas preventivas y equipos de protección.	7
6.1. Durante la ejecución de la obra.	7
6.2. Durante trabajos previos a la ejecución de la obra.	8
6.3. Durante la utilización de maquinaria y herramientas.	8
6.4. Durante la utilización de medios auxiliares.	9
7. Medios de auxilio.	9
7.1. Medios de auxilio en obra.	9
7.2. Medios de auxilio en caso de accidente.	10
8. Recursos empleados.	11
8.1. Materiales.	11
8.2. Mano de obra y herramientas.	11
8.3. Medios auxiliares.	11
8.4. Equipos de protección colectiva e individual.	11
9. Servicios higiénicos y bienestar de los trabajadores.	12
9.1. Comedor.	12
9.2. Aseos.	12
9.3. Vestuarios.	12
10. Condiciones de seguridad y salud de mayor riesgo.	12
10.1. Trabajos en instalaciones eléctricas.	13
11. Plan de emergencia.	13



1. Objeto.

El presente Estudio básico de Seguridad y Salud trabaja en definir las medidas que se adoptan, encaminadas a la prevención de los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales que puedan ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como todas las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores. Se deben garantizar:

- La salud e integridad física de los trabajadores.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos.
- Evitar situaciones peligrosas por improvisación, insuficiencia o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.

2. Justificación.

Se realiza la redacción del Estudio básico de Seguridad y Salud, ya que se cumplen las siguientes condiciones:

- El presupuesto de ejecución de la obra por contrata incluido en el presente proyecto es inferior a la suma de 450.760,00 €.
- No se cumple que el umbral de duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
- No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

El mencionado estudio precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser considerados en no tolerables, y especificando las medidas preventivas, de protección colectiva o individual y organizativas, necesarias para reducir los riesgos que se puedan originar.



3. Reglamentación.

- Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, donde se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 (Decreto 92/58), de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 (Decreto 89/654), de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, donde se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, donde se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

4. Características generales del proyecto.

Se toma en consideración aquella información que sea relevante para la redacción del Plan de Seguridad y Salud:

- **Denominación:** Proyecto de electrificación de contenedores modulares.
- **Autor del proyecto:** Kevin Javier López Melián.
- **Presupuesto de ejecución material:** 448.568,12 €.
- **Plazo de ejecución:** 3 meses.
- **Núm. máx. empleados:** 25 operarios.
- **Plantas sobre rasante:** Dos.
- **Plantas bajo rasante:** Ninguna.



4.1. Emplazamiento y condiciones del entorno.

Se especificarán las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar:

- **Dirección:** Polígono 38, parcela 13, La Juncia, Villa de Mazo, La Palma.
- **Acceso a la obra:** Mediante las carreteras LP-206/LP-2.
- **Topografía del terreno:** La edificación se ha levantado sobre suelo rústico de tipo pedregoso desnudo o con arena seca permeable.
- **Condiciones climáticas y ambientales:** Generalmente presenta altas temperaturas durante casi todo el año y escasa pluviosidad, característico de climas áridos y secos.
- **Edificaciones colindantes:** No, debido a zona de ámbito rural y agrario.

Se conservarán los bordillos y el pavimento de las aceras colindantes, causando el mínimo deterioro posible y reponiendo, en cualquier caso, aquellas unidades en las que se aprecie algún desperfecto.

5. Identificación y valoración de riesgos.

Con el propósito de conseguir un entorno de seguridad y salud en el trabajo, se realiza una estimación de la magnitud de los riesgos que no puedan evitarse. Esta evaluación se regirá por la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, con el fin de garantizar la protección de los trabajadores, desarrollando seguimientos de actividades preventivas.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto de grado de riesgo obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevención existentes, estimando la magnitud que presenten los riesgos, como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1: Probabilidades del grado de riesgos.

Probabilidad	Definición
Baja (B)	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.
Media (M)	Situación deficiente con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Alta (A)	Situación peligrosa con exposición frecuente u ocasional. La materialización del riesgo es posible que ocurra varias veces en el ciclo de vida laboral.



La severidad de los riesgos se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional, mostradas en la tabla 2.

Tabla 2: Severidades del grado de riesgos.

Severidad	Acción y Temporización
Trivial	No se requiere planificar acciones específicas.
Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar la eficacia de las medidas de control.
Moderado	Se deben realizar esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas procederán a implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo está asociado con consecuencias muy dañinas, será necesario una acción posterior para determinar una mejora de las medidas de control.
Importante	No debe comenzar el trabajo hasta reducirse el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlarlo. Cuando se corresponda a un trabajo que se está ejecutando, debe remediarse el problema con la máxima prioridad requerida.
Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducirlo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo.

En conjunto a lo mencionado con anterioridad, se han establecido diferentes niveles de riesgo, mezclados con probabilidad y severidad, expresados en la tabla 3.

Tabla 3: Evaluación del grado de riesgos.

	Severidad		
Probabilidad	Poco dañino (PD)	Dañino (D)	Muy dañino (MD)
Baja (B)	Trivial	Tolerable	Moderado
Media (M)	Tolerable	Moderado	Importante
Alta (A)	Moderado	Importante	Intolerable

Se puede apreciar en las tablas 4, 5, 6 y 7, la clasificación de los riesgos laborales, catalogados por cifras de códigos y tipos de riesgos. Atendiendo a las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos, el análisis de riesgos se centrará en evaluar familias de riesgos referidos a los accidentes, las enfermedades profesionales, los vinculados a la fatiga y a la insatisfacción en el trabajo.



Tabla 4: Clasificación de riesgos laborales para accidentes.

ACCIDENTES				
Código	Riesgo	Probab.	Sev.	Nivel
010	Caída de personas a distinto nivel	M	D	Moderado
020	Caída de personas al mismo nivel	M	D	Moderado
030	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	B	MD	Moderado
040	Caída de objetos en manipulación	M	D	Moderado
050	Caída de objetos desprendidos	B	D	Tolerable
060	Pisadas sobre objetos	B	PD	Trivial
070	Choques contra objetos inmóviles	B	D	Tolerable
080	Choques contra objetos móviles	M	D	Moderado
090	Golpes/cortes por objetos o herramientas	M	MD	Importante
100	Proyección de fragmentos o partículas	M	MD	Importante
110	Atrapamientos por o entre objetos	B	MD	Moderado
120	Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	B	MD	Moderado
130	Sobreesfuerzos	M	D	Moderado
140	Exposición a temperaturas ambientales extremas	B	MD	Moderado
150	Contactos térmicos	B	MD	Moderado
161	Contactos eléctricos directos	M	MD	Importante
162	Contactos eléctricos indirectos	M	MD	Importante
170	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	B	MD	Moderado
180	Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas	B	MD	Moderado
190	Exposición a radiaciones	B	D	Tolerable
200	Explosiones	B	MD	Moderado
211	Incendios. Factores de inicio	M	D	Moderado
212	Incendios. Propagación	B	D	Tolerable
213	Incendios. Medios de lucha	B	D	Tolerable
214	Incendios. Evacuación	B	PD	Trivial
220	Accidentes causados por seres vivos	B	D	Tolerable
230	Atropellos o golpes con vehículos	B	D	Tolerable

Tabla 5: Clasificación de riesgos laborales para enfermedad profesional.

ENFERMEDAD PROFESIONAL				
Código	Riesgo	Probab.	Sev.	Nivel
310	Exposición a contaminantes químicos	B	D	Tolerable
320	Exposición a contaminantes biológicos	B	D	Tolerable
330	Ruido	M	D	Moderado
340	Vibraciones	M	D	Moderado
350	Estrés térmico	B	D	Tolerable
360	Radiaciones ionizantes	B	D	Tolerable
370	Radiaciones no ionizantes	B	PD	Trivial
380	Iluminación	B	D	Tolerable



Tabla 6: Clasificación de riesgos laborales para fatiga.

FATIGA				
Código	Riesgo	Probab.	Sev.	Nivel
410	Física. Posición	B	D	Tolerable
420	Física. Desplazamiento	B	D	Tolerable
430	Física. Esfuerzo	B	D	Tolerable
440	Física. Manejo de cargas	M	D	Moderado
450	Mental. Recepción de la información	B	PD	Trivial
460	Mental. Tratamiento de la información	B	PD	Trivial
470	Mental. Respuesta	B	PD	Trivial
480	Fatiga crónica	M	D	Moderado

Tabla 7: Clasificación de riesgos laborales para insatisfacción.

INSATISFACCIÓN				
Código	Riesgo	Probab.	Sev.	Nivel
510	Contenido	B	PD	Trivial
520	Monotonía	B	PD	Trivial
530	Roles	B	PD	Trivial
540	Autonomía	B	D	Tolerable
550	Comunicaciones	B	PD	Trivial
560	Relaciones	B	PD	Trivial
570	Tiempo de trabajo	M	D	Moderado

Una vez realizada la valoración de riesgos, no será necesario aplicar medidas para la prohibición del trabajo al no contemplarse ningún riesgo de nivel intolerable. En cambio, para los riesgos de nivel diferente, se deberán aplicar las medidas necesarias de control, considerando la acción preventiva y el uso de equipos de protección.

6. Medidas preventivas y equipos de protección.

6.1. Durante la ejecución de la obra.

- A) Se utilizarán, sólo lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 V.
- B) El personal encargado de realizar trabajos, estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad, equipos y herramientas específicas para cada labor.
- C) Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas.
- D) Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento.
- E) Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.



6.2. Durante trabajos previos a la ejecución de la obra.

- A) Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente por aparato.
- B) Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas.
- C) Los cuadros eléctricos serán ubicados en puntos de libre acceso, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera.
- D) La prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales).
- E) Sólo se emplearán conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas.
- F) Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para líneas enterradas.
- G) Al tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y 5,0 m en caso contrario.
- H) Cualquier cable enterrado estará perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior de 0,4 m.
- I) El trazado de la línea eléctrica no debe coincidir con la del suministro de agua.

6.3. Durante la utilización de maquinaria y herramientas.

- A) Las máquinas y herramientas utilizadas, dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, donde estarán especificados claramente tanto los riesgos para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.
- B) Los soldadores y trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo con los ojos al descubierto.
- C) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artefacto mecánico sin reglamentación específica.
- D) No habrá materiales inflamables ni tampoco explosivos a menos de 10 m de la zona de trabajo de soldadura.
- E) Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.
- F) La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, evitando posibles incendios.
- G) La sierra está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra.



6.4. Durante la utilización de medios auxiliares.

- A) Los medios colocados en el suelo se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas, con la planeidad adecuada para que sean inmóviles.
- B) El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en una posición frontal, sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros.
- C) Si se requiere trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- D) Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas.
- E) Se revisará periódicamente el estado de conservación.

7. Medios de auxilio.

Si llegara el caso de existir heridos graves durante la obra, el personal especializado en ambulancia se ocupará de la evacuación a los centros sanitarios. Aquellos que presenten lesiones leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

7.1. Medios de auxilio en obra.

Se dispondrá de un armario botiquín portátil, modelo B, destinado a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado. Vendrá provisto con un contenido mínimo:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados.
- Pinzas y guantes desechables.
- Apósitos adhesivos.
- Cinta americana.
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Esparadrapo.
- Tijeras.
- Vendas.

El responsable de emergencias revisará periódicamente todo el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.



7.2. Medios de auxilio en caso de accidente.

Si se llegara a producir un accidente laboral, será de gran utilidad contemplar los centros asistenciales más próximos a la obra.

Tabla 8: Medios de auxilio en caso de accidente.

Nivel asistencial	Nombre y teléfono	Distancia y tiempo
Asistencia primaria	Hospital General de La Palma	14,6 Km
(Urgencias)	(922185000)	20 min

- **Centro sanitario más próximo:** Llegada estimada en condiciones normales de tráfico.
- **Localización:** LP-3, 28, 38713 Breña Alta, Santa Cruz de Tenerife, La Palma.
- **Accesibilidad:** Mediante la carretera LP-2 y posteriormente, desviándose hacia la LP-3.

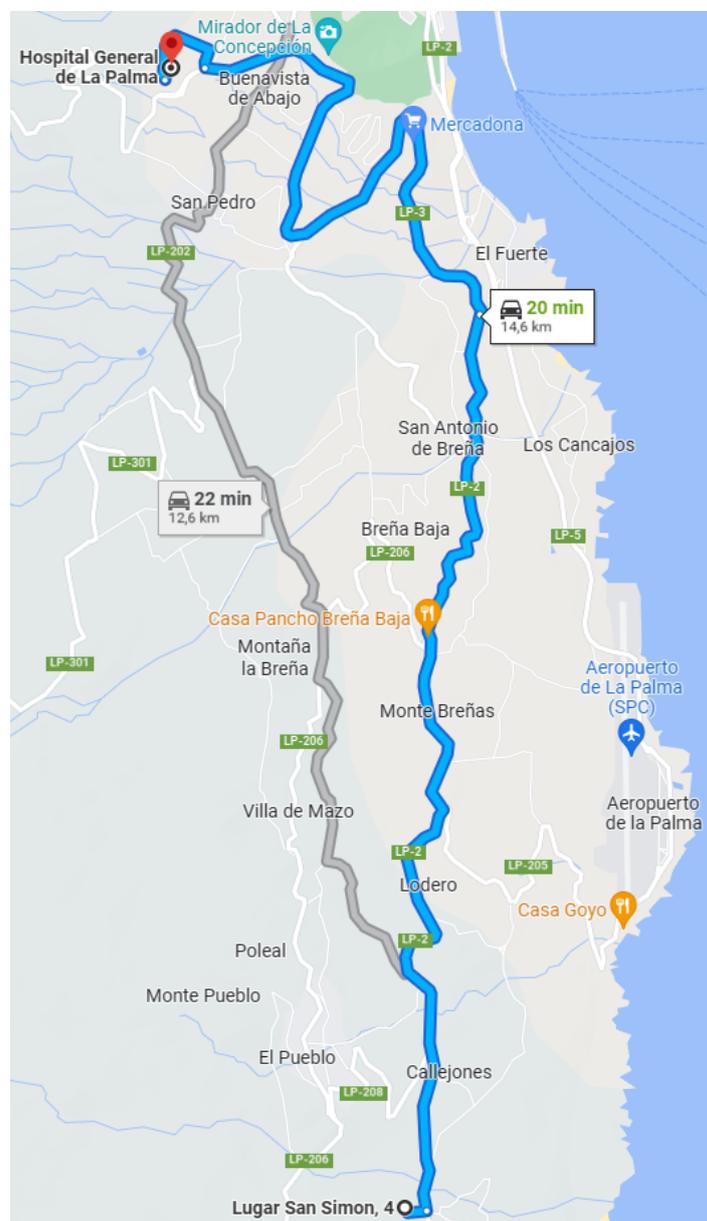


Figura 1: Distancia mínima entre la obra y el centro sanitario.



8. Recursos empleados.

Para poder realizar la ejecución de las instalaciones eléctricas para baja tensión se consideran una serie de recursos que están previstos utilizar.

8.1. Materiales.

Se encuentran de todo tipo, destacando: Las regletas, cables, prensacables, anclajes, cuadros, aparamenta, chapas metálicas, electrodos metálicos, elementos de sujeción como tornillos, bandejas, tubos protectores de conducción, entre otros.

8.2. Mano de obra y herramientas.

Se dispondrán de las suficientes herramientas que sean necesarias para completar el desempeño de los diferentes trabajos de la obra:

- **Mano de obra:** Responsable técnico, oficiales electricistas, ayudantes electricistas.
- **Herramientas de mano:** Cajas de herramientas dieléctricas homologadas, martillos, bolsas de herramientas, destornilladores, pelacables, sierras, cizallas, otros.
- **Herramientas eléctricas portátiles:** Taladradoras, atornilladores, martillo picador eléctrico, multímetro, telurómetro, sierra circular, otros.
- **Herramientas de combustión:** Equipo de soldadura.

8.3. Medios auxiliares.

Son aquellos medios que se utilizan para realizar el desempeño de la labor en la obra y mantener la seguridad de los trabajadores. Podemos señalar:

Escaleras de mano, lonas aislantes de apantallamiento, andamios, vallas, señales de seguridad, balizas de advertencia de señalización de riesgos y letreros de advertencia a terceros, planchas protectoras de metacrilato y vidrio plástico.

8.4. Equipos de protección colectiva e individual.

Se expondrán aquellos equipos de protección empleados en función del análisis de riesgos, contemplados a continuación:

Comprobadores de tensión, cascos de seguridad homologados, banquetas aislantes, calzado aislante, guantes dieléctricos, ropa de trabajo impermeable y reflectante, cinturón de seguridad con dispositivo anticaída, cinturón portaherramientas, gafas de seguridad anti-impactos, entre otros.



9. Servicios higiénicos y bienestar de los trabajadores.

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán con las disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras, de acuerdo con el Real Decreto 486/1997 (Decreto 89/654), de 14 de abril.

Dadas las características de la rehabilitación, las instalaciones provisionales se han previsto en las zonas de la obra que puedan albergar dichos servicios, siempre que las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.

9.1. Comedor.

La zona destinada a tal fin tendrá una altura mínima de 2,5 m, con fregaderos de agua potable para la limpieza de utensilios y vajilla, estará equipada con mesas y asientos, tendrá una provisión suficiente de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables.

9.2. Aseos.

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen de forma simultánea.
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción.
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción.
- 1 lavabo por cada retrete.
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria.
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo.
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo.
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro.

9.3. Vestuarios.

Los vestuarios dispondrán de una superficie total de 2 m² por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

10. Condiciones de seguridad y salud de mayor riesgo.

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento que entrañan mayores riesgos.



10.1. Trabajos en instalaciones eléctricas.

El trabajo correspondiente deberá realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su respectivo Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente de cada materia. Antes de la ejecución de cualquier tipo de trabajo de reparación o mantenimiento, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

11. Plan de emergencia.

A partir del correspondiente Plan de Seguridad y Salud, se combaten los riesgos en su origen, adaptando los puestos de trabajo y se seleccionan los métodos de trabajo a emplear. Se reflejarán las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Todos los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

